



Reporte Final de Estadía

José Héctor Pitol Chacón

Investigación de las causas de la separación
de grasa en la etapa de producto terminado

Av. Universidad No. 350, Carretera Federal Cuitláhuac - La Tinaja
Congregación Dos Caminos, C.P. 94910. Cuitláhuac, Veracruz
Tel. 01 (278) 73 2 20 50
www.utcv.edu.mx



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CENTRO DE VERACRUZ

Programa educativo en Ingeniería en Procesos Bioalimentarios.

Proyecto de estadía realizado en la empresa Lala Operaciones S.A de C.V.

Nombre del proyecto:

Investigación de las causas de la separación de grasa en la etapa de producto terminado.

Nombre del asesor industrial:

Ing. Mateo Alberto Molina Garduza

Nombre del asesor académico:

MCIQ. Licet Bello Luna

Presenta:

José Héctor Pitol Chacón

Índice

1. Introducción.....	6
1.2 Antecedentes.....	7
1.2.1 Historia del Grupo Lala.....	7
1.2.2 Misión.....	7
1.2.3 Visión.....	7
1.2.4 Cambios del proceso.....	7
1.3 Planteamiento del problema.....	8
1.4 Objetivos.....	10
1.4.1 Objetivo general.....	10
1.4.2 Objetivos específicos.....	10
2. Marco teórico.....	10
2.1 Producto lácteo recombinado.....	10
2.2 Almacenamiento del producto.....	11
2.3 Adición de grasa.....	11
2.4 Homogenización.....	11
3. Metodología.....	12
3.1. Observación científica.....	12
3.2 Promedio.....	13
3.3 Desviación estándar.....	13
3.4 Análisis de la información.....	14
4. Resultados y discusión.....	14
4.1 Perfiles de temperaturas y presiones.....	15
Referencias.....	24

Índice de tablas

Tabla 1. Reclamos 01800 por separación de grasa.	9
Tabla 2. Especificación de los parámetros de operación dados por la ficha técnica.	14

Índice de figuras

Figura 1. Línea de tiempo. Cambios relevantes del proceso.	8
Figura 2. Incremento de reclamos por separación de grasa.	9
Figura 3. Secuencia para el desarrollo de la metodología.	12
Figura 4. Entrada de producto al Flex 30.	15
Figura 5. Temperatura de precalentamiento. Entrada el homogeneizador del Flex 30.	16
Figura 6. Temperatura del producto en el tubo estabilizador de proteínas. Flex 30.	16
Figura 7. Presión en primera etapa de homogeneización del Flex 30.	17
Figura 8. Presión en segunda etapa de homogeneización del Flex 30.	17
Figura 9. Temperatura de salida del producto a envasado. Flex 30.	18
Figura 10. Temperatura de entrada de producto al Flex 19.	18
Figura 11. Temperatura de precalentamiento. Entrada al homogeneizador del Flex 19.	19
Figura 12. Temperatura del producto en el tubo estabilizador de proteínas. Flex 19.	19
Figura 13. Presión de homogeneización del Flex 19.	20
Figura 14. Temperatura del producto a envasado. Flex 19.	21
Figura 15. Temperatura de recombinado para preparación de base láctea.	22
Figura 16. Horas de agitación del producto en los silos.	22

Resumen.

En la presente investigación se estudian las etapas del proceso de elaboración de Nutrileche con la finalidad de encontrar cuales son las causas de la separación de grasa del producto terminado. La separación de grasa es uno de los principales defectos de calidad de este producto que causa inconformidades y reclamos de los clientes y consumidores lo cual afecta no solo la visión de la empresa, sino también el indicador de devoluciones que es evaluado por el corporativo del grupo Lala.

Este estudio permitirá ver a más detalle las áreas de oportunidad y los cambios que se pueden realizar para mejorar el proceso de producción y con esto elevar los días de vida de anaquel del mismo, con esto se podrá ayudar a la satisfacción total de los consumidores.

Los productos lácteos recombinados son productos susceptibles a sedimentaciones y separaciones de sus componentes, ya que la materia prima son polvos, por eso su preparación debe ser de acuerdo a lo ya establecido en la metodología dada por el corporativo.

Abstract.

This research explores the stages of the process of elaboration of Nutrileche in order to find which are the causes of the separation of fat from the finished product. The separation of fat is one of the main defects of quality of this product causing non-conformities and complaints from customers and consumers, which affects not only the vision of the company, but also the indicator of returns that is evaluated by the corporate group Lala.

This study will allow to see more detail areas of opportunity and the changes that can be taken to improve the production process and with this raise the days of shelf life of it, this will help the total satisfaction of the consumers.

Products dairy recombined are products susceptible to sedimentation and separation of its components, because the raw powders, so their preparation must be accordance with already given by the corporate methodology.

1. Introducción.

La leche es un alimento muy completo ya que se compone de agua, grasa y sólidos no grasos como las proteínas, lactosa y minerales, además contiene vitaminas A, D y B (1, 2, 6 y 12).

La leche puede ser clasificada con base al contenido de grasa como puede ser:

- ❖ **Entera:** contiene al menos 30 gramos de grasa butírica por litro.
- ❖ **Parcialmente descremada:** contiene de 6 a 28 gramos de grasa butírica por litro.
- ❖ **Semidescremada:** contiene máximo 5 gramos de grasa butírica por litro.
- ❖ **Con grasa vegetal:** se sustituye la grasa butírica por grasa de origen vegetal ya que su contenido de colesterol es menor. (GÖSTA, 1994.)

La leche líquida es el producto más consumido, elaborado y comercializado, abarca productos como leche pasteurizada, leche desnatada, leche reconstituida y recombinada, leche de larga duración UHT y leche enriquecida.

En la actualidad la industria láctea presenta diversos métodos para elaborar y comercializar leche fluida, con estas tecnologías se busca distribuir leche donde no hay producción láctea propia.

La recombinación es un método alternativo de suministro de un producto que es similar a la leche fresca. De acuerdo con la NOM 155- SCFI-2003, la fórmula láctea es un producto que debe elaborarse a partir de los ingredientes propios de la leche (caseína, lactosueros, grasa y agua). (Roldán, C. T., 2012)

Dentro del proceso de producción, el producto lácteo debe pasar por diferentes etapas antes de llegar al área de producto terminado de las cuales se puede mencionar: rehidratado, estandarización, homogenización y ultra pasteurización.

Para ser distribuido y consumido, el producto lácteo debe cumplir con ciertas características de calidad e inocuidad. En aspectos de calidad el producto reconstituido o rehidratado debe ser una fase homogénea libre de sedimentación o separación de sus componentes, uno de los componentes sensibles a separarse es la grasa lo cual genera el rechazo del consumidor.

En el presente estudio se evaluará el proceso de producción, tomando en cuenta sus variables que en el influyen para determinar las causas que generan la separación de grasa para disminuir significativamente los reclamos del 01800 provenientes de los consumidores.

1.2 Antecedentes.

1.2.1 Historia del Grupo Lala.

Grupo Lala es una empresa mexicana fundada en 1950 en Torreón, Coahuila como Pasteurizadora Laguna, Lala es experta en la producción, innovación y comercialización de productos lácteos y sus derivados entre ellos: leche, quesos, yogurt, crema, postres, mantequillas, entre otros. Lala opera principalmente en: Aguascalientes, Durango, Guadalajara, Irapuato, Torreón, Gómez Palacio, Mazatlán, México, Tecate y Veracruz. En el año de 1987 Lala inicia la producción de leche ultra pasteurizada (UHT) con el surgimiento de la planta UltraLala en Gómez Palacio, para el año 2003 el grupo Lala adquiere la empresa Latinlac, cinco fábricas ubicadas en Aguascalientes, Hidalgo, Gómez Palacio, y dos en Veracruz, de manera conjunta se compra las marcas Nutrileche, Mileche y Boreal.

1.2.2 Misión.

“Alimentamos toda la vida”

Con un equipo humano, capaz y comprometido:

- ❖ Elaboramos y comercializamos productos de la más alta calidad.
- ❖ Desarrollamos marcas de alto valor.
- ❖ Trabajamos con la mayor eficiencia.
- ❖ Innovamos constantemente.

1.2.3 Visión.

“Ser una empresa líder de alimentos, considerada como la mejor opción para sus consumidores, cliente, colaboradores y accionistas”

1.2.4 Cambios del proceso.

En la planta Lala Operaciones S.A. de C.V. con sede en la ciudad de Veracruz, Veracruz se elabora y comercializa el producto lácteo Nutrileche ^{MR}. Como se puede apreciar en la figura 1 el proceso de producción ha tenido diferentes cambios con el pasar del tiempo, en el mes de junio del 2014 se tenía el

equipo Tetra Therm Lacta para termizar la base láctea a 75°C y homogenizándose a 150 bar, además en ese mismo mes se inicia la inyección de grasa en línea preparando el emulsificante y estabilizante (Palsgaard RM 138) en los tanques de día de grasa, así se continúa trabajando hasta el 28 de marzo del 2015 donde se retira el homogenizador y bajando la temperatura del termizado de 75° a 50°C. En septiembre del 2015 el Palsgaard RM 138 se comienza a adicionar en el cono de rehidratado. En el mes de junio del 2016 se retira el PMO (Tetra Therm Lacta) dejándose de termizar el producto solo dejando un intercambiador de temperatura para enfriar la base láctea a máximo 15°C para su almacenamiento en silos.

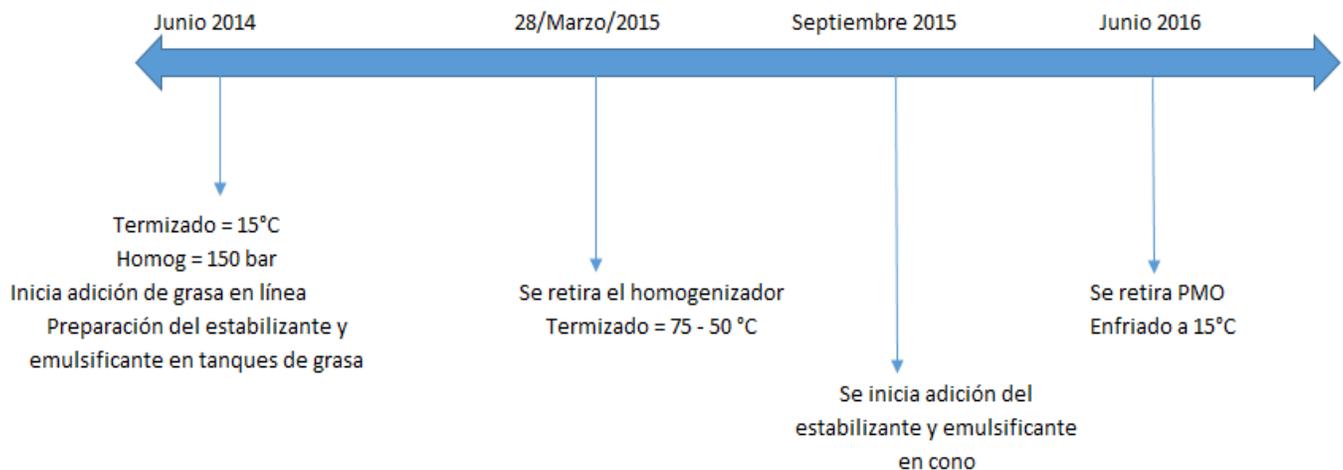


Figura 1. Línea de tiempo. Cambios relevantes del proceso.

1.3 Planteamiento del problema.

Por ficha técnica de corporativo el producto terminado debe cumplir 120 días en vida de anaquel sin que se tenga algún defecto de calidad e inocuidad. Al dejar el producto en reposo la grasa por efecto de su densidad tiende a subir causando su separación, se nota que en vida de anaquel el producto dura de 30 a 45 días antes de que se separe la grasa, esto ocasiona un defecto de calidad del producto ya que su apariencia es grumoso y no homogéneo. Al disminuir los días de vida de anaquel del producto los reclamos por llamadas 01800 de los consumidores tiende a aumentar como se nota en la tabla 1 y figura 2, donde a partir del mes de agosto del 2016 se tiene reporte de 15 reclamos y en aumento consecutivo en los meses posteriores contra un promedio de 3 llamadas al mes, en el mes de enero del 2017 se tuvo el mayor número de reclamos teniendo 37 reportes de los consumidores, esta condición del producto es un problema para el indicador de reclamos evaluado por el corporativo de grupo Lala.

Tabla 1. Reclamos 01800 por separación de grasa.

Mes	Núm. De reclamos
Enero 2016	0
Febrero 2016	4
Marzo 2016	1
Abril 2016	6
Mayo 2016	2
Junio 2016	4
Julio 2016	2
Agosto 2016	15
Septiembre 2016	11
Octubre 2016	7
Noviembre 2016	22
Diciembre 2016	19
Enero 2017	37

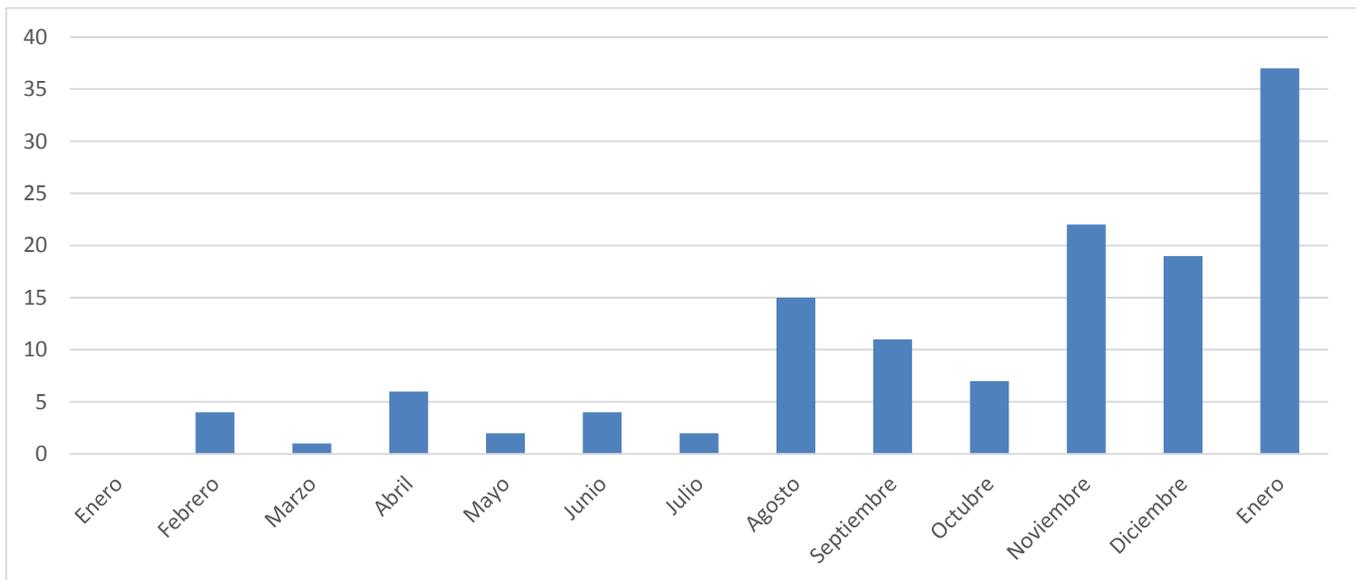


Figura 2. Incremento de reclamos por separación de grasa.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo general.

- Identificar las causantes de la separación de grasa validando el proceso de producción para disminuir los reclamos 01800 y aumentar la vida de anaquel del producto terminado.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Realizar un análisis de las variables del proceso de producción mediante el uso de herramientas estadísticas.
- Preparar la base láctea adicionando los ingredientes en agua a temperatura ambiente y caliente para verificar su impacto en el producto terminado.

2. Marco teórico.

2.1 Producto lácteo recombinado.

La leche recombinada se elabora mediante la adición de agua a leche descremada en polvo, este producto es similar a la leche reconstituida la diferencia es que la leche recombinada se le agrega grasa láctea o vegetal hasta alcanzar el contenido graso deseado.

Para llevar a cabo el proceso de recombinado se debe tomar en cuenta el tiempo de hidratación y la temperatura de recombinación, la hidratación del polvo aumenta cuando la temperatura del agua que se utilizará para recombinar aumenta hasta 50°C, en este punto es importante que las proteínas se hidraten hasta su estado normal, esto toma aproximadamente 20 minutos si la temperatura de recombinado es de 40°-50°C. Después de la recombinación se debe realizar una estandarización a concentración de sólidos no grasos en los tanques silo.

2.2 Almacenamiento del producto.

Los tanques silo son empleados para el almacenamiento de la leche, en este caso la base láctea. Los tamaños oscilan entre los 150,000 hasta 100 litros, las superficies de contacto deben ser de acero inoxidable y aislados para mantener la temperatura de hasta máximo 15°C, también deben contar con agitadores para evitar la separación de los componentes del producto por efecto de la gravedad, la agitación debe ser suave ya que de lo contrario se airea el producto y se puede crear un efecto centrífuga que pueda separar sus componentes para esto es recomendable que el producto sea almacenado al menos 1 hora antes del ultra pasteurizado ya que en este tiempo se da lugar la deaireación natural, después de este lapso de tiempo el agitador debe ser apagado para evitar aerear el producto puede ser encendido durante el vaciado del silo durante lapsos cortos de tiempo de entre 10 – 30 minutos dependiendo del nivel que se tenga. (GÖSTA, 1994.)

2.3 Adición de grasa.

Después del periodo de almacenamiento se procede a la adición de grasa, la homogenización y el ultra pasteurizado, no se debe adicionar la grasa hasta que se haya completado el proceso de hidratación ya que se puede afectar la calidad del producto. La inyección de la grasa es recomendable ser añadida junto con un emulsificante para facilitar su emulsión con el producto y a una temperatura de 65°-75°C, esta se bombea al equipo de UHT antes del homogenizador

2.4 Homogenización.

La homogenización se da lugar en el año 1899 para estabilizar la emulsión de la grasa para evitar su separación por efecto de la gravedad, la homogenización provoca la disrupción de los glóbulos de grasa hasta aproximadamente 1 µm, las temperaturas y presiones de homogenización varían de acuerdo al tipo de producto que se va a elaborar para se comprenden de 55°-80°C y 100-250 bar respectivamente.

Para conseguir una mejor homogenización se puede emplear el método de dos etapas y los resultados óptimos se obtienen cuando la relación: $\frac{P2}{P1} = 0.2$.

3. Metodología.

Para el desarrollo del presente estudio se deben seguir las etapas que se muestran en la figura 3 en donde se menciona la primera fase que es la validación del proceso de producción de Nutrileche, mediante el uso del método de la observación científica se recopilarán los datos para después analizarlos usando herramientas estadísticas como lo son el promedio y la desviación estándar y finalmente serán plasmados en gráficos para entenderlos de una mejor manera.

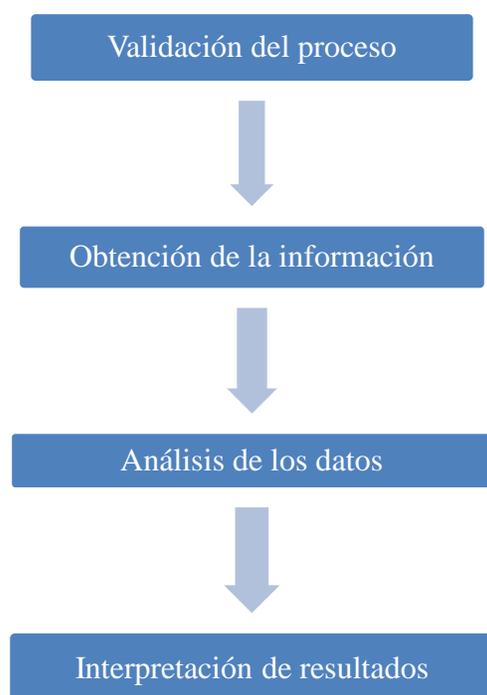


Figura 3. Secuencia para el desarrollo de la metodología.

3.1. Observación científica.

Para la identificación de las variables que influyen en el proceso de la elaboración del producto Nutrileche se empleará el método de la observación científica, este método consiste en examinar directamente algún hecho o fenómeno como se presente y recopilando datos de una manera sistemática, para llevar a cabo la recopilación de la información pueden emplearse instrumentos que deben ser delimitados o específicos para el fenómeno que se observará, también deben usarse guías o cuestionarios para orientar la observación. Para realizar el método de la observación científica se debe tomar en cuenta cuatro aspectos fundamentales:

- Existe un objetivo específico de investigación para llevar a cabo la observación.

- Debe planearse sistemáticamente.
- Debe registrarse sistemáticamente.
- Tener controles metodológicos para garantizar la fiabilidad y validez de los datos.

Para evaluar el proceso de producción de Nutrileche se emplearán instrumentos específicos para cada etapa como lo son balanzas, termómetros, cronómetros y el equipo MilkoScan FT2.

También se empleará una guía en donde se comprende lo siguiente:

¿Qué se va a observar?

¿Para qué se va a observar?

¿Con que frecuencia se observará?

Después de realizar la recopilación de los datos, estos mismos deben ser tratados usando herramientas estadísticas para una mejor comprensión como lo son el promedio, desviación estándar y gráficos estadísticos.

3.2 Promedio.

El promedio o media aritmética es la suma de todos los valores numéricos dividida entre el número total de valores, este se obtiene para representar mejor al conjunto de datos.

3.3 Desviación estándar.

La desviación estándar es la medida de dispersión más usada ya que indica que tan dispersos los datos con respecto a la media, entre mayor sea la desviación estándar, mayor será la dispersión de los datos, la desviación estándar se puede utilizar para establecer un valor de referencia para estimar la variación general de un proceso. (Kume, 1992) (Guisande, 2006).

3.4 Análisis de la información.

Los gráficos son una representación de datos generalmente numéricos mediante el uso de líneas, vectores, superficies o símbolos, esto con el fin de mostrar la relación estadística entre sí. Existen diferentes tipos de gráficos estadísticos como lo son:

- Barras
- Líneas
- Circulares
- Áreas
- Cartogramas
- Histogramas

4. Resultados y discusión.

Se evalúa el proceso de producción para comparar con la ficha técnica emitida por el corporativo, como se puede observar en la tabla 2 el precalentamiento del producto hasta la entrada al homogenizador debe ser de 70 °C máximo, debe ser homogenizado a una presión de 220 bar de presión, después el producto debe pasar por el tubo estabilizador de proteínas a 92 °C, en el tubo de sostenimiento debe alcanzar una temperatura de ultrapasteurización de 138 °C por 4 segundos y posteriormente enfriado y envasado a 30° C como máximo.

Tabla 2. Especificación de los parámetros de operación dados por la ficha técnica.

Proceso	Especificación
Precalentamiento	60 – 70 °C
Homogenización	220 (40/180) bar
Estabilización de proteínas	92 ± 2 °C
Ultrapasteurización	138 ± 1 °C / 4 s
Enfriamiento	Máx. 30 °C

4.1 Perfiles de temperaturas y presiones.

Se recopila y analiza información de los parámetros de operación de ambos equipos de UHT, Flex 30 y Flex 19.

Como puede apreciarse en la figura 4, la temperatura de entrada del producto al equipo Flex 30 no es muy variable ya que su desviación estándar es de 0.68, y está aun dentro del límite que es 15°C.

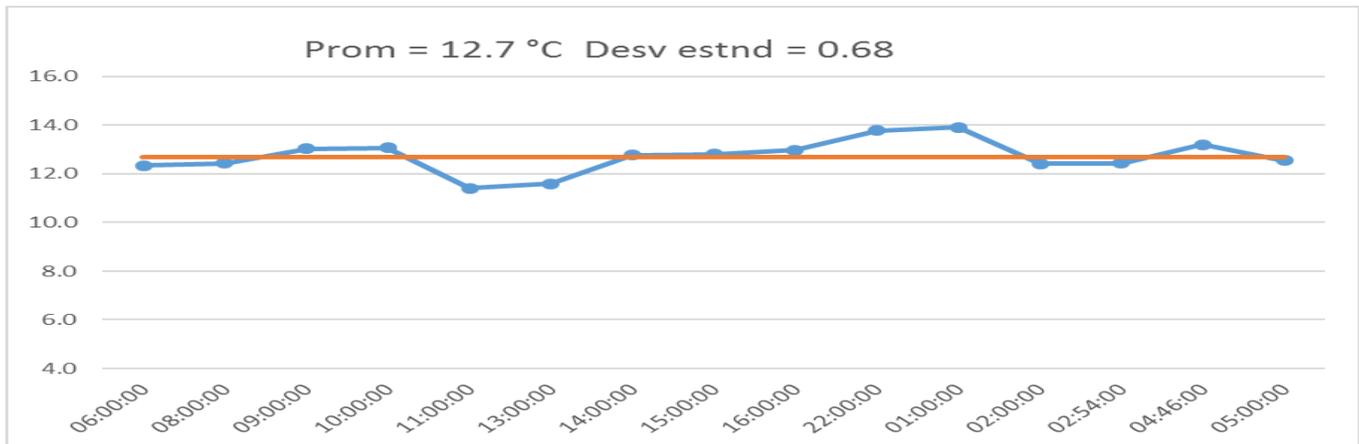


Figura 4. Entrada de producto al Flex 30.

En la figura 5 se observa que la temperatura de precalentamiento del producto está un poco por encima de lo establecido por el corporativo, pero no se muestra gran desviación, solo en un punto se eleva hasta 85°C.

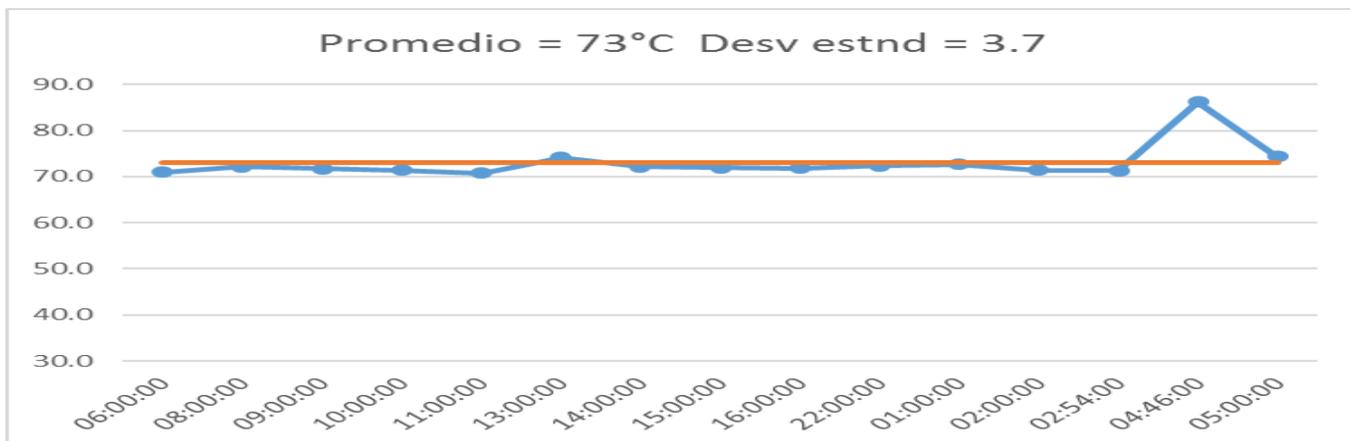


Figura 5. Temperatura de precalentamiento. Entrada el homogeneizador del Flex 30.

En el estabilizador de proteínas la temperatura del producto que se muestra en la figura 6, se comporta con una desviación de 1.9, lo cual no es muy variable y su promedio se mantiene en 93.7°C dentro del rango establecido.

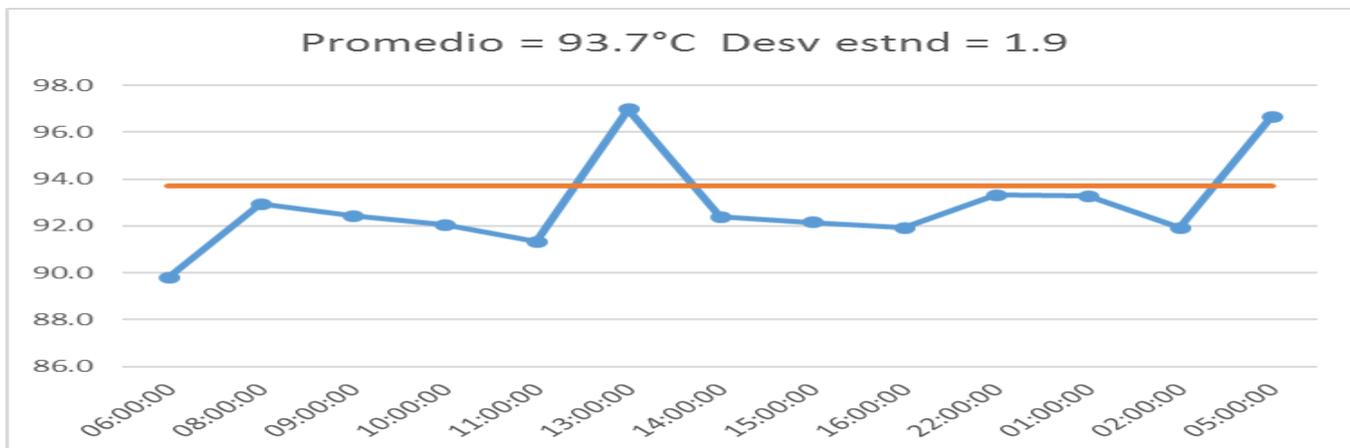


Figura 6. Temperatura del producto en el tubo estabilizador de proteínas. Flex 30.

El equipo Flex 30 cuenta con dos etapas de homogenización, en la figura 7 se muestra la presión de la primera etapa, la variación es muy poco relevante con una desviación de 0.2 y un promedio de 218.8 bar.

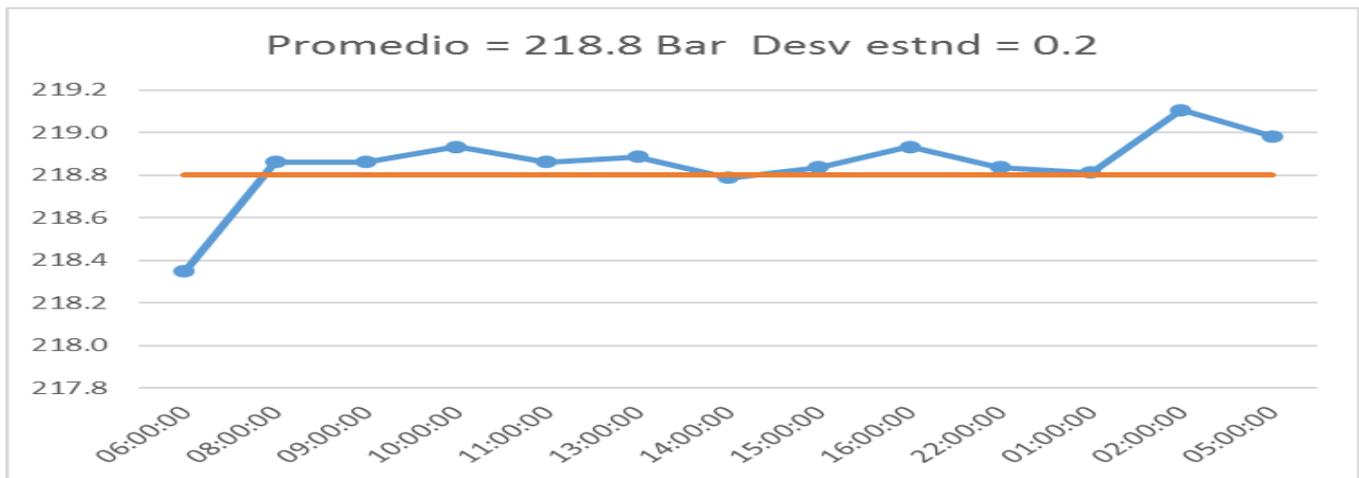


Figura 7. Presión en primera etapa de homogeneización del Flex 30.

En la figura 8 se muestra la gráfica de la segunda etapa de homogenización y tiene un promedio de 42.2 bar con una ligera desviación de 0.1, con ambas presiones se puede obtener la correlación de homogenización:

$$\text{Flex 30} = \frac{P2}{P1} = \frac{42.2}{218.8} = 0.192$$

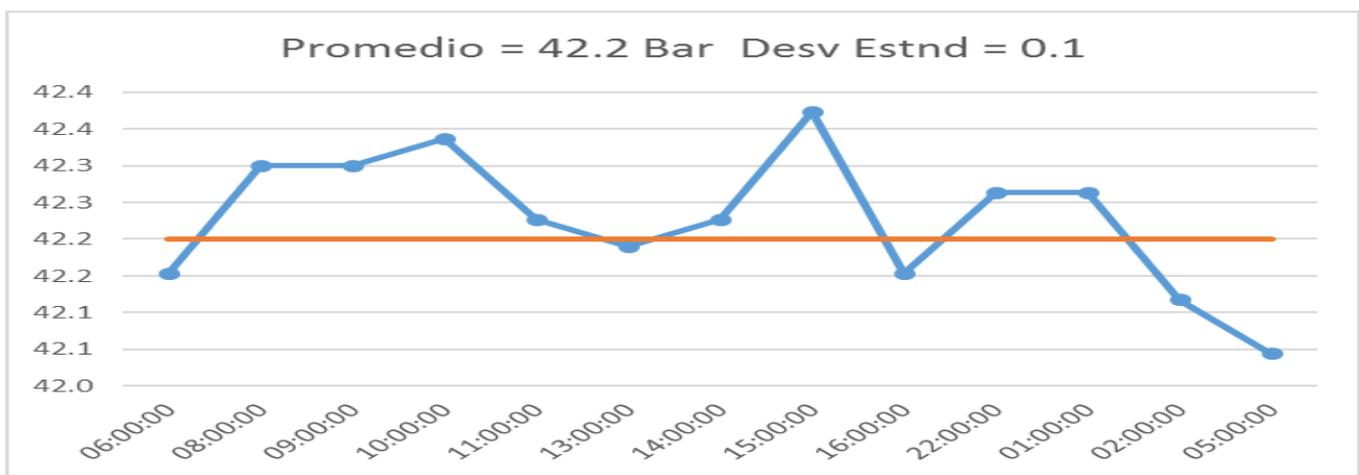


Figura 8. Presión en segunda etapa de homogeneización del Flex 30.

El equipo Flex 30 tiene en promedio 28°C de temperatura en la salida hacia el envasado como se muestra en la figura 9, este valor no es muy variante.

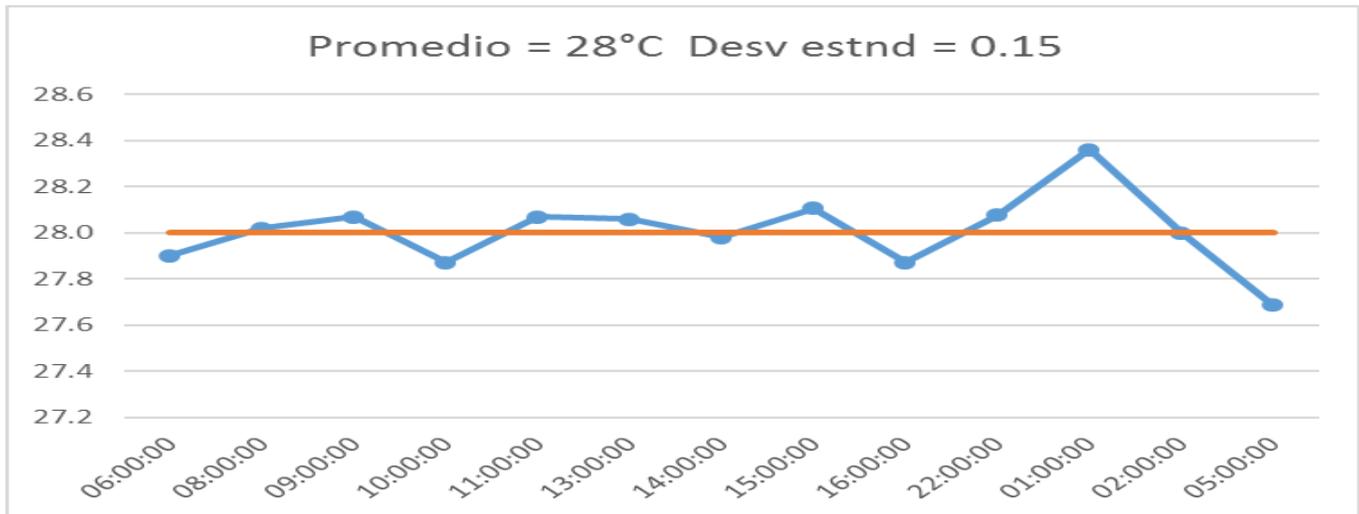


Figura 9. Temperatura de salida del producto a envasado. Flex 30.

A continuación, se muestran los perfiles de temperaturas y presiones del equipo de ultrapasteurizado Flex 19, en la figura 10 se graficó la temperatura de entrada del producto y se nota que la desviación es de 0.7, este es un valor mínimo y está debajo del límite.

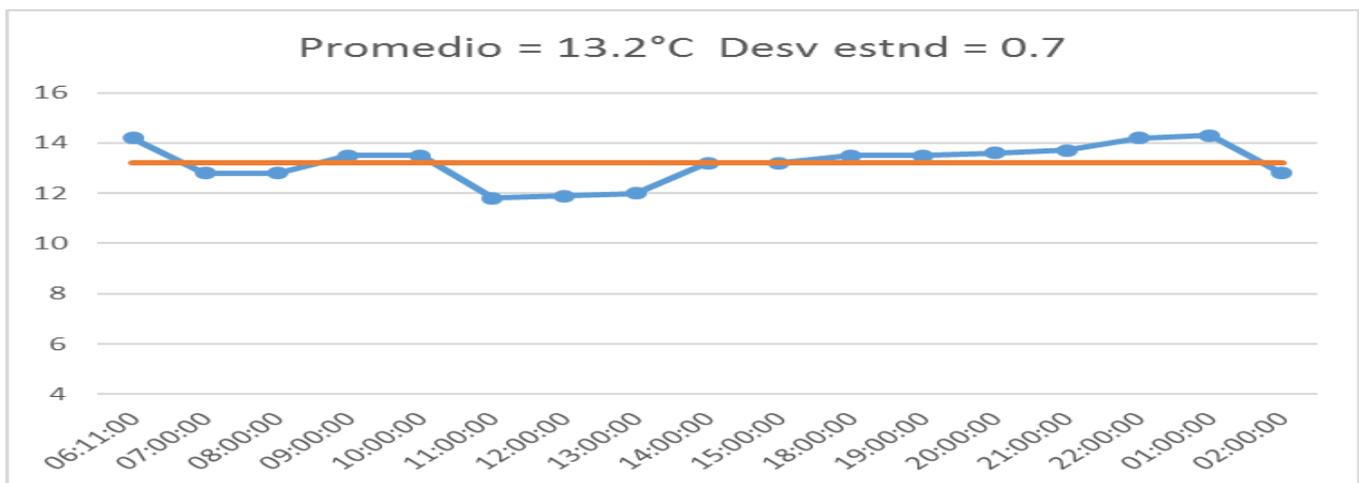


Figura 10. Temperatura de entrada de producto al Flex 19.

Como se puede apreciar en la figura 11 la temperatura en la fase de precalentamiento no es muy variable ya que se mantiene en un rango de 74 a 76 °C.

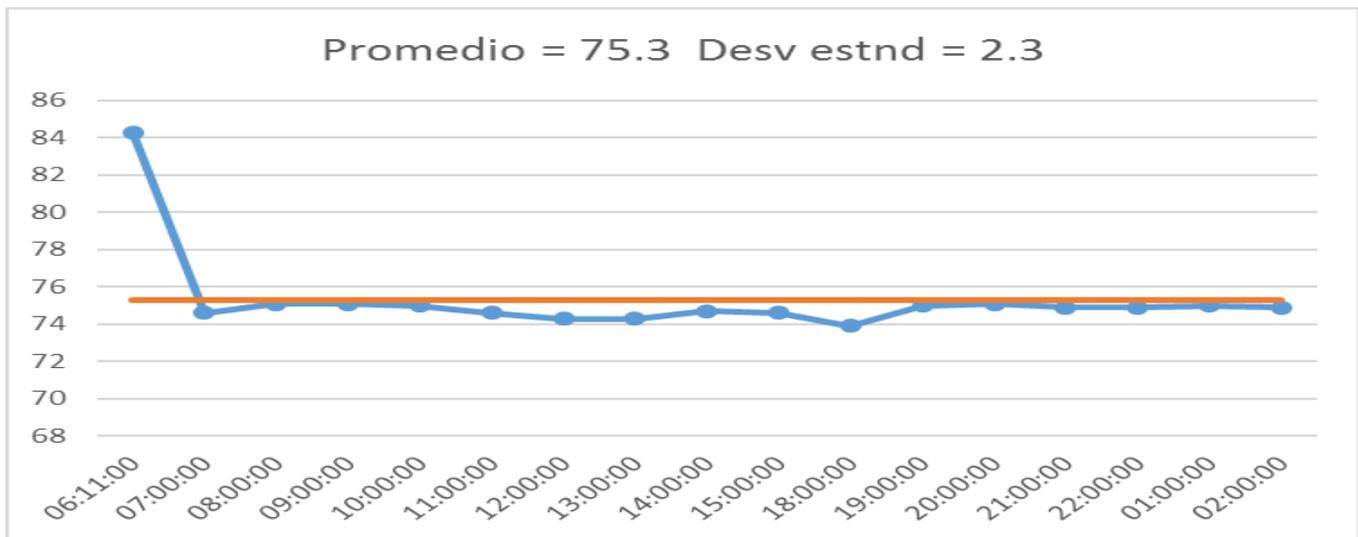


Figura 11. Temperatura de precalentamiento. Entrada al homogeneizador del Flex 19.

En la figura 12 se muestra la temperatura de ingreso del producto al estabilizador de proteínas con un promedio de 93.4 estando dentro del límite establecido.

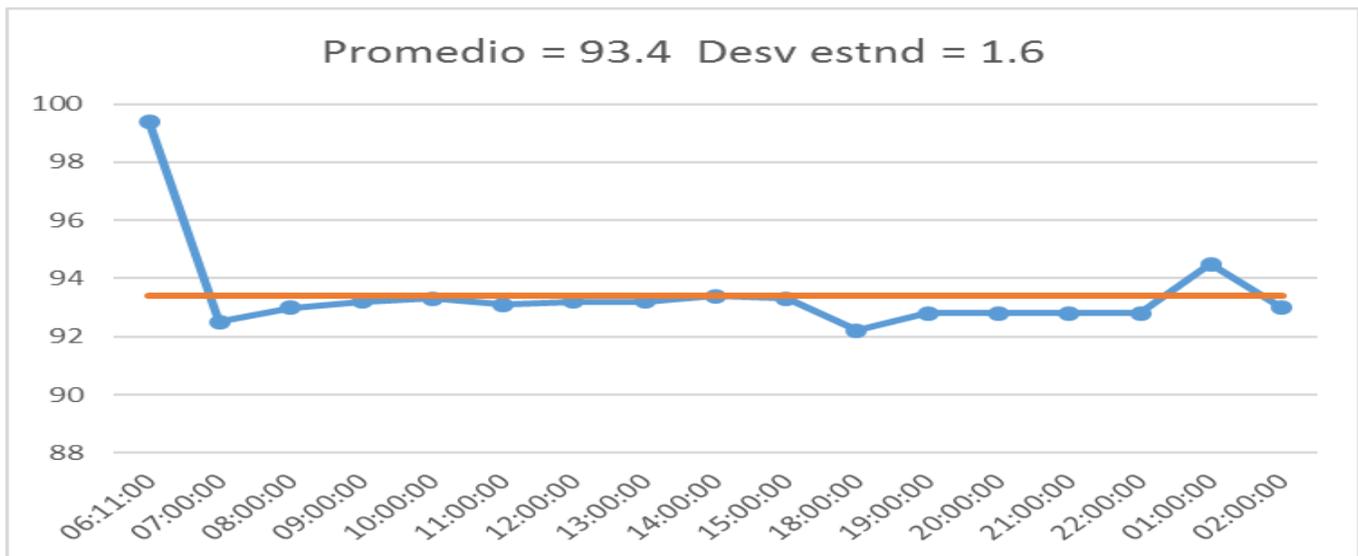


Figura 12. Temperatura del producto en el tubo estabilizador de proteínas. Flex 19.

Al igual que el Flex 30, el Flex 19 también cuenta con un homogenizador de dos etapas, pero en el panel solo se registra la presión total de homogenización que debe ser de 220 bar, la primera etapa trabaja a 180 bar y la segunda a 40 bar, en la figura 13 se muestra que en promedio el equipo trabaja a 219.5. Con las presiones de ambas etapas se puede obtener la correlación de homogenización:

$$\text{Flex 19} = \frac{P2}{P1} = \frac{40}{180} = 0.222$$

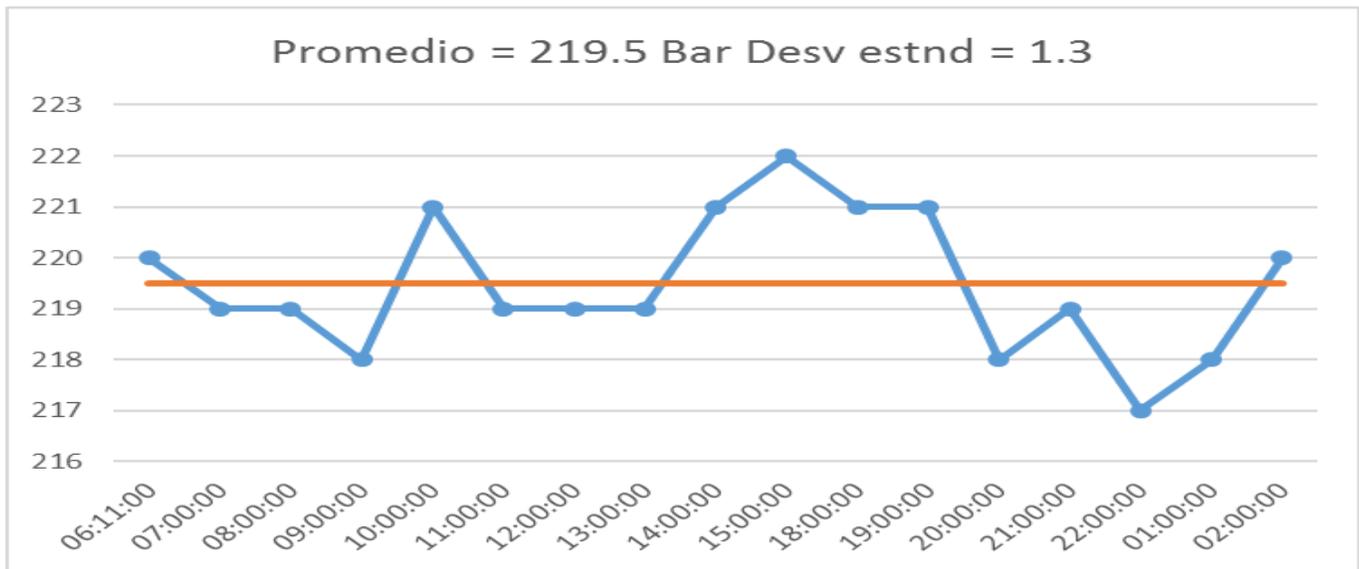


Figura 13. Presión de homogeneización del Flex 19.

La gráfica de la figura 14 muestra la temperatura del producto hacia el envasado, en ella se puede apreciar que su desviación es de 0.4 y no representa una gran variación.

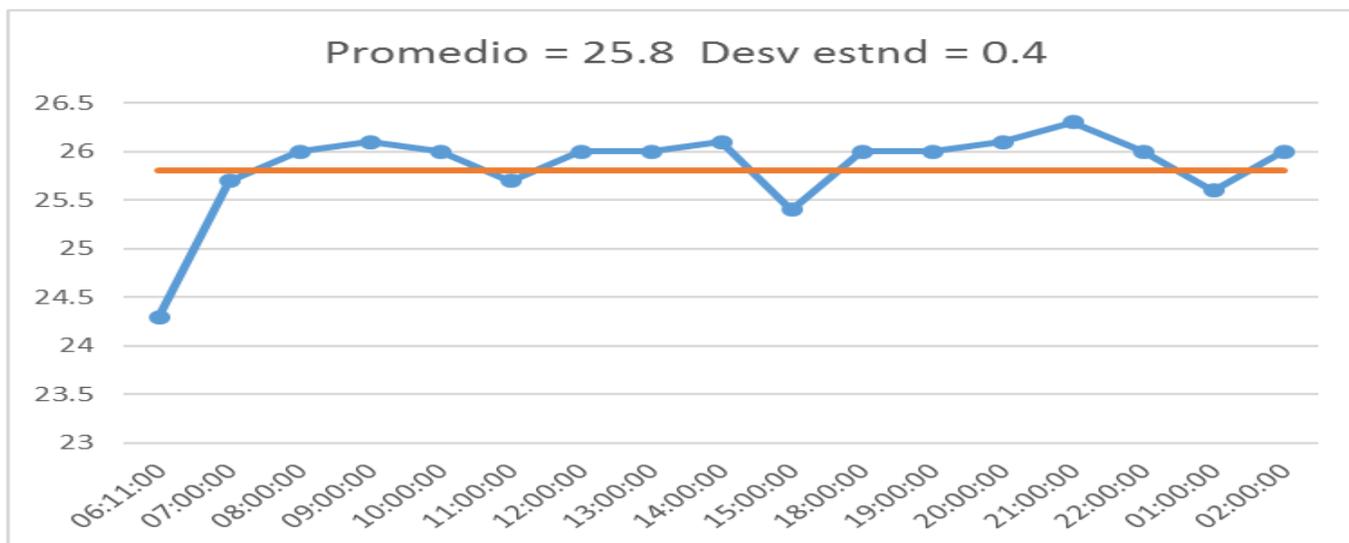


Figura 14. Temperatura del producto a envasado. Flex 19.

Como puede observarse en las gráficas anteriores los parámetros de operación actuales no presentan una variación significativa comparados con los parámetros establecidos por el corporativo en la ficha técnica para elaboración de Nutrileche, por lo cual se descarta que estén influyendo en la separación de grasa del producto terminado.

De acuerdo a la literatura mencionada anteriormente se evaluó también la temperatura de recombinedo y el tiempo de agitación del producto en el silo. En la figura 15 se muestra la gráfica de la temperatura del agua para recombinedo, de acuerdo a la literatura la temperatura para recombinedo se debe estar en un rango de 40-45°C, y como se observa en la figura actualmente se tiene en promedio 28°C

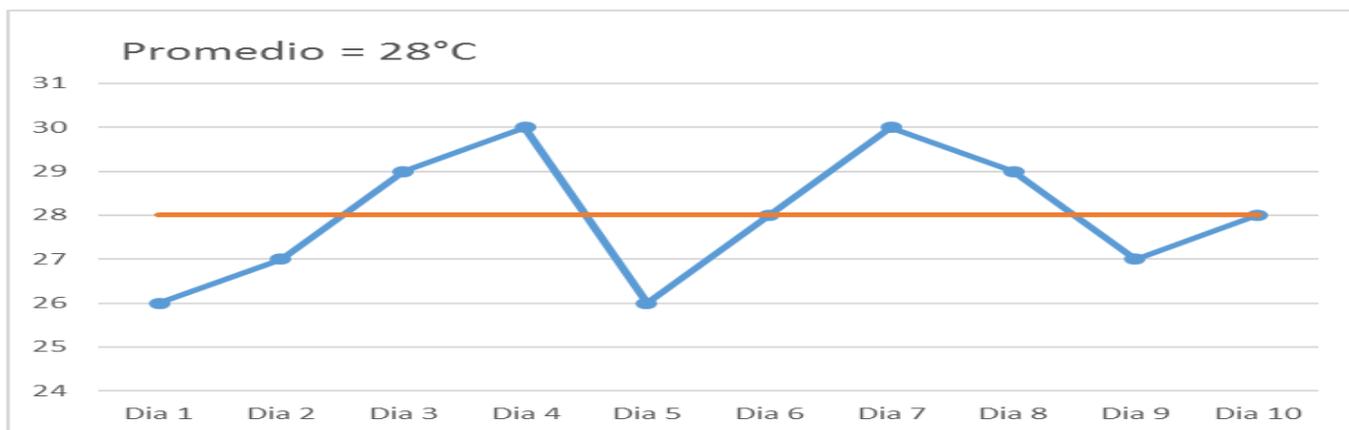


Figura 15. Temperatura de recombinedo para preparación de base láctea.

En la figura 16 se muestra el tiempo de agitación que pasa el producto en los silos de almacenamiento antes de su ultrapasteurizado teniendo un promedio de 11.17 horas, este tiempo es excesivo por lo cual debe disminuirse.

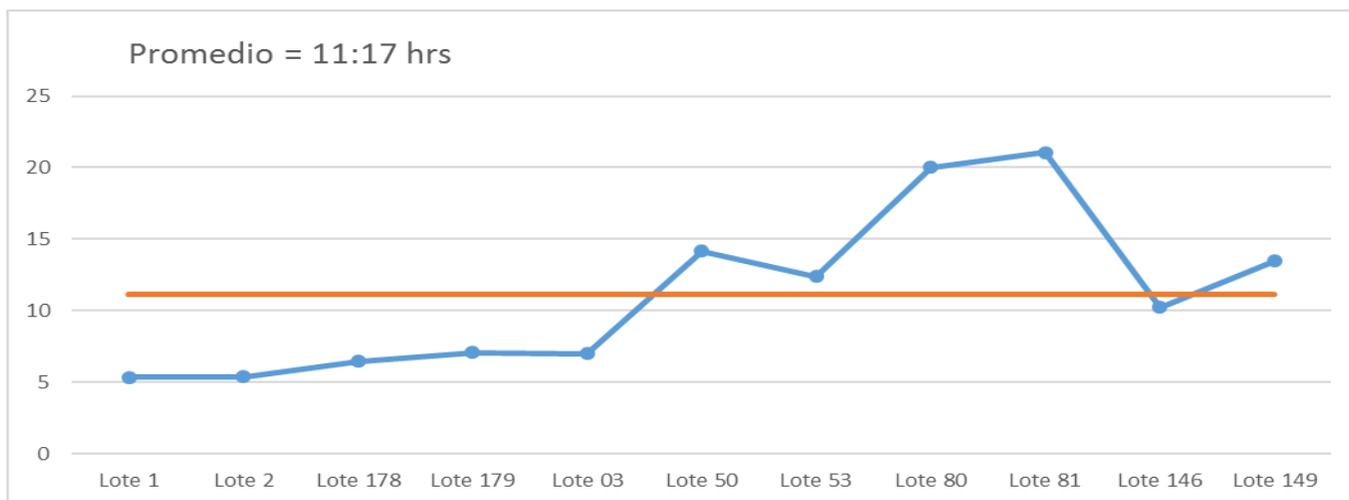


Figura 16. Horas de agitación del producto en los silos.

Como acción de mejora se modifica la adición del estabilizante y del emulsificante en el proceso de recombined quedando de la siguiente manera: el estabilizante se adiciona en el cono de rehidratado y el emulsificante en los tanques de grasa, también se implementa el recombined con agua a 45°C.

Estas modificaciones se realizan con el subote 81 producido el día 14 de marzo del 2017, aún se está en la espera de resultados para evaluar su duración en la vida de anaquel.

Referencias

- BOEKEL, M. V. (2001). *Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos*. Argentina: Acribia.
- GÖSTA, B. &. (1994.). *Manual de Industrias lácteas*. Madrid: Ediciones Mundi Prensa.
- Guisande, C. (2006). *Tratamiento de datos*. España: Editorial Díaz de Santos, S.A.
- Kume, H. V. (1992). *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. Editorial Norma.
- Roldán, C. T. (2012). NOM.183-SCFI-2012 Leche, formula Láctea y producto lácteo combinado. Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y método de prueba. *Diario oficial.*, 4-7.
- Román, S. G. (2003). Evaluación de la calidad fisicoquímica, higiénica y sanitaria de la leche cruda almacenada en frío. . *Revista científica.*, 146-150.
- Sabino, C. (2014). *El proceso de investigación*. 157-191: Editorial Episteme.
- Walpole, R. E. (1999). *Probabilidad y estadística para ingenieros*. 4-8: Pearson Educación.