



**Universidad Nacional de Córdoba**  
**Facultad de Ciencias Exactas,**  
**Físicas y Naturales**  
**Escuela de Ingeniería Industrial**



**Plan de Mejora de Productividad en la  
Industria Láctea, Sustentado en el Uso de  
las Herramientas del Control Estadístico  
de Procesos C.E.P.**

Autor

MOREYRA, Raúl Fernando  
DNI N° 31.671.830

Directora

Ing. DURAND, María Eugenia

Co-director

Ing. ANTÓN, Fernando

CÓRDOBA, febrero de 2015

## Agradecimientos

Quiero agradecer especialmente a mi directora de tesis, Eugenia Durand, quien estuvo presente en todo momento para consultarle tanto en lo referente a los contenidos como en la forma de escribir correctamente un Proyecto Integrador; manteniendo un seguimiento continuo. Siempre permaneció a mi lado, no solo en esta última etapa de la carrera sino desde mis comienzos como estudiante universitario.

A mi co-director Fernando Antón, que durante estos años ha sido un referente en la carrera y un ejemplo a seguir.

A mis padres, que siempre me acompañaron tanto en los momentos agradables como en los difíciles; ellos me brindaron la oportunidad de decidir sobre mi futuro y venir a Córdoba a estudiar Ing. Industrial.

A la Dirección General de Defensa al Consumidor de la provincia de Córdoba, donde me recibieron siempre cordialmente en todas las ocasiones que fui a consultarles sobre temas relativos a la ley de lealtad comercial entre otros.

Quiero agradecer, además, a la Empresa La Lácteo y sus directivos, que permitieron que realizara mi práctica profesional y me brindaron todos los datos e información necesaria para poder terminar este Proyecto Integrador y fueron flexibles y abiertos al momento de validar las mejoras.

Por último a mis amigos, que hicieron que estos años en Córdoba no hayan sido solamente tiempo de formación académica sino también una de las etapas más ricas de mi vida.

## Resumen.

Este Proyecto Integrador presenta propuestas de mejora que se derivan del análisis de los procesos productivos en la Empresa La Lácteo S.A. con el fin de obtener un aumento de productividad. El estudio cuenta con un mapeo de los procesos de elaboración de todos los productos que se encuentran en régimen de producción, considerando desde la operación de recepción de materia prima hasta el embalaje y despacho del producto terminado.

El análisis también contempla los parámetros de control y, actividades vinculadas con la aplicación de herramientas del control estadístico de procesos en los productos que representan el mayor porcentaje del volumen de producción mensual.

Las distribuciones características obtenidas permiten, en la operación de dosificado, identificar los desplazamientos que presentan en el llenado de un número importante de productos los valores medios o promedios respecto de los contenidos nominales. Estas diferencias son las que contribuyen al logro de un aumento de productividad y fundamentan las propuestas de mejora de costos para los productos que se seleccionan, definiéndose las acciones necesarias para concretarlas.

Por último se determina el impacto del incremento de los cambios en la producción sobre los márgenes de ganancia.

## Abstract.

This project presents improvement proposals derived from the analysis of productive processes of the La Lácteo S.A. Company, with the purpose of increasing its productivity. This research includes a mapping of the elaboration processes from all the products found within the production regime. The process is considered from the reception of the raw materials to its packaging and clearance of the finished product.

The analysis also includes control parameters and activities related to the establishment and the application of statistic control to the processes of the products that represent the largest percentage of monthly production volume.

The resulting distributions in the dosing process allow us to identify the shifts present when filling an important number of products of average value in relation to the nominal content. These differences contribute to achieving an increase in productivity and support the improvement proposals in relation to the selection of products and the necessary measures to make these improvements.

Finally, the impact of the increase in productivity is determined by stating it in the profit margins.



## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Justificación .....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivos generales.....	3
1.2.2. Objetivos particulares .....	3
1.3. Síntesis del Proyecto Integrador, ámbito, alcance y metodología .....	3
<b>2. RELEVAMIENTO Y MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROCESOS.....</b>	<b>5</b>
2.1. Introducción .....	6
2.2. Descripción de las líneas de producción .....	6
2.2.1. Línea de recibo de leche y pasteurizado .....	6
2.2.2. Línea de leche larga vida (U.A.T.) y ultra pasteurizada (U.P.).....	7
2.2.3. Línea de elaboración de yogur .....	9
2.2.4. Línea de elaboración de dulce de leche .....	10
2.2.5. Línea de elaboración de crema pasteurizada.....	11
2.2.6. Línea de postres.....	11
2.2.7. Diagrama general de capacidad en la planta .....	12
2.2.8. Descripción de control de calidad.....	14
2.2.8.1. Controles de materia prima e insumos.....	14
2.2.8.2. Controles de proceso .....	15
2.2.8.3. Controles de producto terminado.....	15
2.2.9. Tecnologías limpias.....	15
2.2.9.1. Tratamiento de efluentes líquidos .....	15
2.2.9.2. Tratamiento de residuos sólidos .....	16



2.2.9.3. Emisiones gaseosas .....	16
<b>3. MARCO TEÓRICO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>17</b>
3.1. La estadística como herramienta de análisis.....	18
3.1.1. Introducción .....	18
3.1.2. Estudio del proceso: análisis y descripción mediante aplicaciones estadísticas.....	18
3.1.3. Inferencia estadística.....	19
3.1.4. Estudio de centralidad .....	19
3.1.5. Análisis mediante gráficos.....	20
3.1.6. Medidas de forma .....	20
3.1.7. Medidas de dispersión y variabilidad.....	21
3.1.8. La distribución normal.....	22
3.2. Herramientas de calidad.....	22
3.2.1. La importancia de las herramientas de calidad .....	22
3.2.2. Histograma de frecuencias .....	23
3.2.3. Diagrama causa-efecto.....	23
3.2.4. Control estadístico de procesos .....	23
3.2.5. C.E.P. como herramienta de análisis.....	24
3.2.5.1. Gráficos de control para variables .....	26
3.2.5.3. Interpretación de los gráficos de control .....	31
3.3. Capacidad de un proceso.....	33
3.3.1. Ratio de capacidad ( $C_p$ ).....	33
3.3.2. Índice de capacidad de un proceso ( $C_{pk}$ ).....	34
3.4. Estudio de los costos industriales.....	35
3.4.1. Introducción .....	35



3.4.2. Análisis de costos y clasificaciones .....	36
3.5. Productividad industrial.....	38
3.5.1. Variables de la productividad.....	38
3.6. Aplicación de la Ley de Lealtad Comercial .....	39
<b>4. TRABAJO DE CAMPO Y RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
4.1. Introducción .....	42
4.2. Fase 1: Descripción de los procesos.....	42
4.2.1. Crema pasteurizada .....	42
4.2.2. Dulce de leche.....	44
4.2.3. Leche larga vida (U.A.T.).....	45
4.2.4. Leche ultra-pasteurizada (U.P.).....	47
4.2.5. Postres y flanes .....	47
4.2.6. Yogur.....	48
4.3. Fase 2: Relevamiento de datos en producción para el estudio preliminar.....	50
4.3.1. Selección de la característica de control .....	53
4.4. Fase 3: Estudio preliminar inicial del comportamiento de la envasadora de leche U.A.T. en la operación de dosificado.....	54
4.4.1. Desarrollo del análisis de las muestras .....	59
4.4.1.1. Análisis de la muestra TBA1e_LA, resultados y discusiones.....	60
4.4.1.2. Análisis de la muestra TBA2e_LB, resultados y discusiones.....	67
4.5. Fase 4: Cálculo del exceso operativo fundamentado en el uso de la Ley N° 22.802 de Lealtad Comercial- Propuestas de mejora.....	73
4.6. Fase 5: Medición de la productividad sobre las máquinas TBA8 en el envasado de leche entera.....	77
4.6.1. Introducción .....	77
4.6.2. Productividad de las envasadoras TBA8.....	78



4.7.	Fase 6: Medición del aumento de productividad en las envasadoras .....	79
4.7.1.	Introducción .....	79
4.7.2.	Implementación de mejoras: Cálculo del incremento de productividad .....	80
4.8.	Discusiones .....	82
4.9.	Fase 7: Planificación para la implementación.....	86
<b>5.</b>	<b>ESTUDIO PRELIMINAR CON REPOSICIONAMIENTO DE LA MEDIA DEL PROCESO .....</b>	<b>90</b>
5.1.	Introducción .....	91
5.2.	Cronograma de reuniones.....	91
5.3.	Reposicionamiento de la media del proceso sobre ambas líneas de envasado .....	92
5.3.1.	Introducción .....	92
5.3.2.	Estudio del comportamiento de las líneas 1 y 2 con reposicionamiento de la media.....	93
5.3.2.1.	Análisis, resultados y discusiones de las mandíbulas de las dos líneas de envasado .....	93
5.3.2.2.	Síntesis del análisis estadístico de ambas mandíbulas en la máquina envasadora que opera en la línea 1.....	103
5.3.2.3.	Síntesis del análisis estadístico de ambas mandíbulas en la máquina envasadora correspondiente a la línea 2 .....	104
5.3.2.4.	Comparación del comportamiento en el tiempo de las mandíbulas (ref. mandíbulas derechas líneas envasado 1 y 2).....	105
5.4.	Análisis de un escenario ideal en el proceso.....	107
<b>6.</b>	<b>DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>110</b>
6.1.	Corolario del desarrollo, potencialidad, puntos críticos del P.I. ....	111
6.2.	Conclusiones .....	112
6.3.	Trabajos a futuro .....	113





<b>APÉNDICES .....</b>	<b>115</b>
<b>Apéndice A:</b> Símbolos, términos y definiciones. ....	116
<b>Apéndice B:</b> Constantes de cálculo. ....	118
<b>Apéndice C:</b> Tablas utilizadas en el Proyecto Integrador.....	119
<b>Apéndice D:</b> Tecnologías en la industria láctea. ....	123
1. Tecnologías en la industria láctea.....	123
1.1. Intercambiadores de calor de uso más frecuente en la industria láctea .....	123
1.1.1. Intercambiadores de placas.....	123
1.1.2. Intercambiadores de calor tubulares.....	124
1.2. Tecnologías de envasado.....	126
1.2.1. Introducción .....	126
1.2.2. Proceso de envasado máquina TBA brik.....	127
1.2.3. Mecanismo y tecnología de las máquinas envasadoras de potes: yogur, dulce, crema .....	133
1.2.4. Sachetadora .....	135
<b>Apéndice E:</b> Operaciones comunes en la elaboración de productos lácteos.....	138
1.3. Operaciones comunes a los procesos de elaboración .....	138
1.3.1. Recepción de leche .....	138
1.3.2. Lavadero de camiones .....	138
1.3.3. Almacenamiento de leche cruda .....	139
1.3.4. Clarificación y desnatado.....	139
1.3.5. Estandarización .....	140
1.3.6. Homogeneización de la leche.....	140
1.3.7. Tratamiento de pasteurización .....	142
1.3.7.1. Componentes básicos de un equipo pasteurizador .....	144



---

<b>Apéndice F:</b> Valores correspondientes a las muestras obtenidas para la realización del P.I.....	148
<b>Apéndice G:</b> Ley de Lealtad Comercial. Resolución N° 800/97.....	151
<b>Apéndice H:</b> Tablas utilizadas por la Dirección de Defensa al Consumidor para verificar el cumplimiento de la Ley de Lealtad Comercial.....	158
<b>Apéndice I:</b> Tablas de distribución de frecuencias- Test Chi-cuadrado .....	162
<b>Apéndice J:</b> Obtención de la masa utilizando la densidad del producto .....	165
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y SOFTWARE .....</b>	<b>167</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Planta localizada en Camino a Capilla de los Remedios km 5 1/2.....	4
Figura 2-1: Diagrama de capacidad de línea de recibo de leche y pasteurizado. ....	6
Figura 2-2: Diagrama de capacidad de línea de envasado de leche U.A.T. y U.P.....	8
Figura 2-3: Diagrama de capacidad de tanques, pasteurizador y fermentadores de yogur. ....	9
Figura 2-4: Diagrama de capacidad de línea de fraccionado de yogur. ....	10
Figura 2-5: Diagrama de capacidad de tanques utilizados en elaboración de dulce de leche. ....	10
Figura 2-6: Diagrama de capacidad de línea de envasado de dulce de leche. ....	11
Figura 2-7: Diagrama de capacidad de línea de crema.....	11
Figura 2-8: Diagrama de capacidad de línea de procesado y envasado de postre...	12
Figura 3-1: Variaciones de la distribución normal (Render & Heizer, 2009).....	25
Figura 3-2: Variación de la distribución en el tiempo (Render & Heizer, 2009). ....	26
Figura 3-3: Proceso de construcción de los gráficos de control (Render & Heizer, 2009).....	27
Figura 3-4: Variación de la media y rango constante en el tiempo (Render & Heizer, 2009).....	30
Figura 3-5: Variación del rango con media constante (Render & Heizer, 2009).....	30
Figura 3-6: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 1.....	31
Figura 3-7: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 2.....	31
Figura 3-8: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 3.....	31
Figura 3-9: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 4.....	32
Figura 3-10: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 5.....	32
Figura 3-11: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 6.....	32
Figura 3-12: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 7.....	33
Figura 3-13: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 8.....	33
Figura 3-14: Interpretación del índice $C_{pk}$ .....	35
Figura 3-15: Estructura de costos (Vázquez, 2009). ....	36
Figura 3-16: Dirección de Defensa al Consumidor de la provincia de Córdoba. ....	40



Figura 4-1: Flujograma de proceso de elaboración de crema. ....	43
Figura 4-2: Máquina envasadora de crema.....	44
Figura 4-3: Flujograma de proceso de elaboración de dulce de leche.....	45
Figura 4-4: Flujograma de proceso de elaboración de leche U.A.T. ....	46
Figura 4-5: Máquina envasadora de leche U.A.T.....	47
Figura 4-6: Flujograma de proceso de elaboración de postre y flan.....	48
Figura 4-7: Elaboración de yogur. ....	49
Figura 4-8: Máquinas envasadoras de yogur en sachet.....	50
Figura 4-9: Envasadoras TBA líneas 1 y 2.....	55
Figura 4-10: Esquema de envasadoras. ....	55
Figura 4-11: Sistema de engranajes cónicos envasadoras TBA.....	56
Figura 4-12: Comando de accionamiento del sistema de seteo envasadoras TBA. .	56
Figura 4-13: Mandíbulas derecha e izquierda en envasadora TBA.....	57
Figura 4-14: Diagrama de caja para la muestra TBA1e_LA.....	61
Figura 4-15: Histograma de frecuencias de la muestra TBA1e_LA.....	61
Figura 4-16: Gráfico de normalidad para la muestra TBA1e_LA.....	62
Figura 4-17: Gráfico X-media para la muestra TBA1e_LA. ....	63
Figura 4-18: Gráfico de rangos para TBA1e_LA. ....	64
Figura 4-19: Diagrama de capacidad para la muestra TBA1e_LA. ....	67
Figura 4-20: Diagrama de caja la muestra TBA2e_LB.....	68
Figura 4-21: Histograma de frecuencias para la muestra TBA2e_LB. ....	68
Figura 4-22: Gráfico de normalidad para la muestra TBA2e_LB.....	69
Figura 4-23: Gráfico X-media para TBA2e_LB.....	70
Figura 4-24: Gráfico de rangos para TBA2e_LB. ....	71
Figura 4-25: Diagrama de capacidad muestras TBA2e_LB. ....	72
Figura 4-26: Sistema engranajes cónicos envasadoras.....	83
Figura 4-27: Sistema de engranajes cónicos de cada mandíbula.....	83
Figura 4-28: Válvula de contrapresión en vasadoras. ....	84
Figura 4-29: Válvula del homogeneizador.....	84
Figura 4-30: Homogeneizador.....	85



---

Figura 4-31: Localización de las válvulas en el circuito de envasado. ....	85
Figura 4-32: Planificación para la implementación de las mejoras.....	88
Figura 4-33: Diagrama de flujo de las actividades a realizar en la implementación de las mejoras. ....	89
Figura 5-1: Gráfico de caja y bigotes para Línea 1_MD. ....	94
Figura 5-2: Histograma de frecuencias para Línea 1_MD.....	94
Figura 5-3: Gráfico de normalidad para Línea 1_MD. ....	95
Figura 5-4: Gráfico X-media para Línea 1_MD.....	96
Figura 5-6: Gráfico de capacidad para Línea 1_MD.....	98
Figura 5-7: Capacidad de proceso para el estado ideal propuesto. ....	108

---

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Productos en régimen de producción regular.....	51
Tabla 2: Producción mensual planificada, en unidades y kilogramos de producto....	53
Tabla 3: Balanzas localizadas en el Sector de Envasado. ....	58
Tabla 4: Nomenclatura de las muestras.....	58
Tabla 5: Datos correspondientes a las muestras TBA1e_LA y TBA2e_LB. ....	59
Tabla 6: Resumen estadístico para la muestra TBA1e_LA.....	60
Tabla 7: Resumen estadístico para la muestra TBA2e_LB.....	67
Tabla 8: Resumen parámetros para las mandíbulas derechas de las líneas 1 y 2. ..	73
Tabla 9: Clasificación del proceso considerando capacidad y estabilidad para ambas envasadoras.....	73
Tabla 10: Peso promedio del envase determinado con 25 muestras.....	74
Tabla 11: Producción mensual promedio. ....	76
Tabla 12: Fórmula del producto y su precio unitario asociado. ....	77
Tabla 13: Productividad inicial y proyectada para las mandíbulas derechas de ambas líneas. ....	81
Tabla 14: Estado actual versus estado proyectado línea 1 mandíbula derecha. ....	82
Tabla 15: Estado actual versus estado proyectado sobre línea 2 mandíbula derecha.....	82



Tabla 16: Cronograma de reuniones para reposicionar la media y ampliar el estudio. ....	91
Tabla 17: Nomenclatura utilizada por mandíbula en la Línea 1.....	93
Tabla 18: Resumen estadístico para Línea 1_MD. ....	93
Tabla 19: Análisis de la muestra: Línea 1_MD. ....	99
Tabla 20: Análisis de la muestra: Línea 1_MI.....	100
Tabla 21: Análisis de la muestra: Línea 2_MD. ....	101
Tabla 22: Análisis de la muestra: Línea 2_MI.....	102
Tabla 23: Resumen de los parámetros para las mandíbulas de la línea 1.....	103
Tabla 24: Resumen de los parámetros para las mandíbulas de la línea 2.....	104
Tabla 25: Comparación del comportamiento en el tiempo (línea 1). ....	105
Tabla 26: Comparación del comportamiento en el tiempo (línea 2). ....	105
Tabla 27: Parámetros de análisis. Escenario ideal.....	107
Tabla 28: Reposicionamiento de la media del proceso en línea 1. Escenario ideal. ....	108
Tabla 29: Reposicionamiento de la media del proceso en línea 2. Escenario ideal. ....	109
Tabla 30: Valores de $M_{ej}$ . Escenario ideal. ....	109



# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN



## 1. Introducción

### 1.1. Justificación

Para lograr posicionar a una empresa como líder en el mercado, ya sea tanto de bienes como de servicios, es necesario tomar acciones para llegar a que ésta sea competitiva. Esto se consigue logrando elevados índices de productividad. La base para el cumplimiento de estos objetivos es el óptimo y eficiente uso, gestión y administración de los recursos necesarios para cumplir con la producción.

En la actualidad las empresas, sobre todo de manufactura, presentan inconvenientes para lograr aumentar sus márgenes. Uno de los factores que generan estos inconvenientes es la incorrecta o inexistente implementación de mecanismos de medición de índices de rendimiento interno, como es el de productividad.

Para obtener ratios que reflejen la realidad es necesario contar con un eficiente y detallado sistema de control de inventarios y un seguimiento del proceso, como así también, mecanismos para el registro y revisión de los costos industriales tanto directos como indirectos.

En el caso específico de empresas del rubro alimenticio, que requieren informar el peso neto/escurrido como información con requerimientos legales, existen inconvenientes para realizar un metódico control de la producción que incluya un seguimiento confiable sobre las características de calidad de los productos; ya que se debe partir de un estudio de los procesos y obtener la información necesaria, lo cual en muchas ocasiones resulta dificultoso. Por otro lado, se debe contar con elementos de medición calibrados. Otro factor importante es la estabilidad y fiabilidad en el funcionamiento de las máquinas envasadoras. La falta de controles en la puesta a punto de éstas máquinas es un inconveniente que se plantea en la actualidad en las industrias manufactureras de alimentos por lo que, investigar y solucionar el problema es de gran importancia debido a su alto impacto económico. La falta de consideración de lo expresado anteriormente, complejiza el control y determinación de las causas de los aumentos o disminuciones de los índices de rendimiento.

Para alcanzar un sistemático seguimiento y control de las variables de calidad o legales que tienen impacto en los índices de productividad y, determinar si el proceso sometido a análisis cumple con las especificaciones requeridas, una herramienta eficiente es el control estadístico de procesos sobre la que se fundamentará este Proyecto Integrador.





## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivos generales

El objetivo de este Proyecto Integrador es efectuar un plan de mejora de productividad fundamentado en la utilización de herramientas del control estadístico de procesos en los procesos de elaboración de productos lácteos de la Empresa La Lácteo S.A.

### 1.2.2. Objetivos particulares

- Realizar un relevamiento de los procesos de elaboración de productos con el fin de identificar las operaciones industriales que se ejecutan en la Empresa.
- Concretar trabajos de campo que consistan en recolectar los datos necesarios y adecuados para el estudio en las líneas de producción.
- Identificar la variable de calidad “candidata” para su posterior análisis mediante herramientas de calidad; tarea necesaria para realizar análisis de productividad.
- Planificar un procedimiento para analizar la variable de calidad “candidata”.
- Emplear el control estadístico de procesos para fundamentar propuestas en lo referente a la obtención de productividades, respaldando los cambios a proponer mediante estudios de costos.
- Analizar la viabilidad de implementación de las mejoras y planificar las mismas con el objetivo de comunicarlas a la Empresa.

## 1.3. Síntesis del Proyecto Integrador, ámbito, alcance y metodología

El Proyecto Integrador se lleva a cabo en la industria láctea La Lácteo S.A., una empresa que se dedica a la elaboración, venta y distribución de productos lácteos. Los productos que la empresa elabora son: crema pasteurizada, dulce de leche, leche ultra-pasteurizada (U.P.), postres, flanes, yogur y leche larga vida U.A.T. (Ultra Alta Temperatura).

La planta industrial, Figura 1-1, está ubicada en Camino a Capilla de los Remedios km 5 1/2, emplazada en un predio de 20 hectáreas, con una superficie cubierta de 7.560 m<sup>2</sup>.

Aquí se integran producción, administración, ventas y distribución; disponiendo de la capacidad instalada para transformar en diversos productos más de 100 millones de



litros de leche por año. La compañía tiene asimismo otra planta ubicada en Villa del Rosario, provincia de Córdoba, dedicada a la elaboración de las distintas variedades de quesos, con una capacidad de procesamiento de 45 millones de litros/año. Por otro lado, la empresa cuenta con una serie de proveedores de servicios tales como transportistas, clientes, distribuidores, productores tamberos; motorizando así la actividad comercial e industrial de la provincia.



Figura 1-1: Planta localizada en Camino a Capilla de los Remedios km 5 1/2.

El estudio se realiza bajo la hipótesis de la existencia de una o más operaciones “candidatas”, las cuales se cree que son causantes de generar pérdidas económicas; éstas brindan la posibilidad de obtener oportunidades de mejora productivas.

Primero se planifica, investiga y realiza el seguimiento de las líneas de elaboración de productos. Luego se realizan trabajos de campo, donde se procede a relevar y registrar los datos necesarios.

Luego se analizan los requerimientos de la Ley de lealtad comercial, para después aplicar distintas herramientas de calidad y de estudio de procesos, tales como: mapeos, diagramas de control, índices de capacidad y estudio de costos industriales; con el objetivo de analizar la capacidad de la operación de dosificado y dimensionar la pérdida económica relativa a la mejora.

De esta forma es posible calcular la productividad tanto monofactor como total y, analizar los resultados estableciendo soluciones alternativas para la modificación de la puesta a punto de las máquinas envasadoras y el aumento de la productividad. En base a ello se puede planificar la implementación de futuros cambios.



# CAPÍTULO 2

## RELEVAMIENTO Y MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROCESOS



## 2. Relevamiento y memoria descriptiva de los procesos

### 2.1. Introducción

En el presente capítulo se describe la planta industrial donde se realiza este Proyecto Integrador, abarcando las líneas de producción que se encuentran operando. Por otro lado, se detallan los equipos utilizados para llevar a cabo la producción y sus respectivas capacidades productivas.

### 2.2. Descripción de las líneas de producción

#### 2.2.1. Línea de recibo de leche y pasteurizado

Toda la materia prima cruda (leche) confluye al sector de recepción de leche, en donde una vez realizados los controles, se la somete al proceso de pasteurización y estandarización. La pasteurización se realiza a 78 °C, con un tiempo de retención de 15 segundos. Concluida esta operación la leche se destina, en función del programa de producción, a las líneas productivas correspondientes (Figura 2-1).

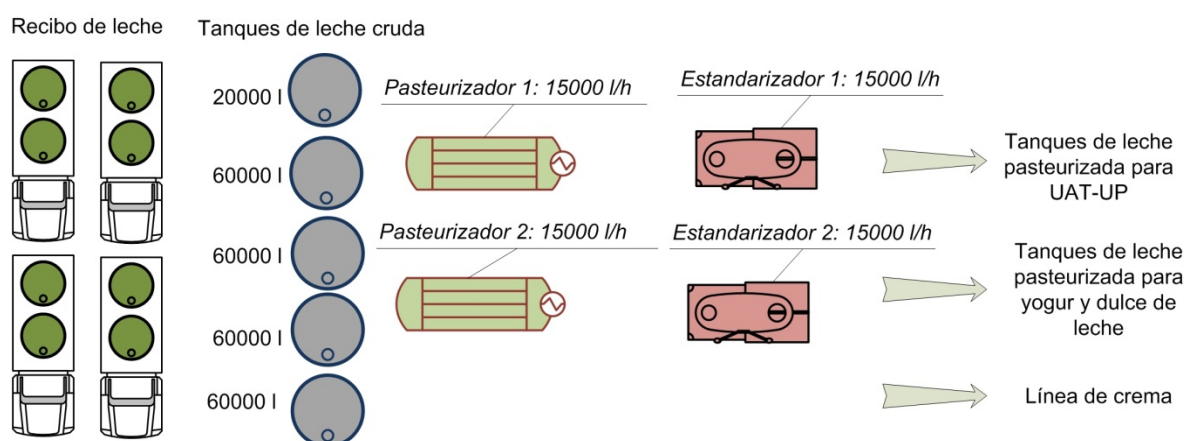


Figura 2-1: Diagrama de capacidad de línea de recibo de leche y pasteurizado.

Los equipos asignados a este sector son:

- Tanques de 60000 y 20000 litros para recepción de leche cruda.
- Pasteurizador de placas con auto control Tetra Laval de 15000 l/h.
- Higienizadora-estandarizadora<sup>1</sup> centrífuga Tetra-Laval 714 auto-deslodante de 15000 l/h.

<sup>1</sup> Ver operaciones comunes en Apéndice E.



- Homogeneizador Tetra Laval de 4800 l/h.
- Pasteurizador de placas con auto control marca Sordi de 15000 l/h.
- Higienizadora-estandarizadora centrífuga Frau auto-deslodante de 15000 l/h.
- Homogeneizador APV de 4500 l/h.
- Tanques de almacenamiento de leche pasteurizada y estandarizada de 20000 litros. Cantidad: 3 (tres).
- Tanque de almacenamiento de leche pasteurizada y estandarizada de 30000 litros. Cantidad: 1 (uno).
- Tanques intermedios para yogur y dulce de leche de 10000 litros. Cantidad: 3 (tres).

### **2.2.2. Línea de leche larga vida (U.A.T.) y ultra pasteurizada (U.P.)**

La leche proveniente de los tanques de almacenamiento, es transportada a un esterilizador Tetra Pak® de 4000 l/h o a los esterilizadores Tetra Pak® de 6000 l/h de capacidad. El proceso es continuo y se realiza en un sistema cerrado para impedir la contaminación por microorganismos presentes en el aire. El producto pasa por varias etapas de calentamiento y enfriamiento en rápida sucesión.

La sucesión de calentamiento y enfriamiento se realiza en forma indirecta, por medio de intercambiadores de calor.

La producción de leche larga vida requiere posterior envasado aséptico.

La línea de producción se encuentra integrada por (Figura 2-2):

- Esterilizador modelo Steritube B, marca Tetra Pak®. Consiste en un intercambiador de calor tubular, dentro del cual la leche sufre una nueva homogeneización y es llevada a una temperatura de 140 °C por espacio de 4 segundos, condiciones requeridas para lograr la esterilización comercial. Este equipo tiene una capacidad de producción de 4000 litros/hora. Cantidad: 1 (uno).
- Esterilizador modelo A3 Flex, marca Tetra Pak®. Es un intercambiador de calor tubular, de las mismas características que el anterior. Tiene una capacidad de producción de 6000 litros/hora: Cantidad: 2 (dos).
- Envasador TBA Tetra Pak®. Estos equipos son los encargados del fraccionado y envasado del producto. Además tienen la función de esterilizar el material que se utiliza para el envasado. Cantidad: 3 (tres).

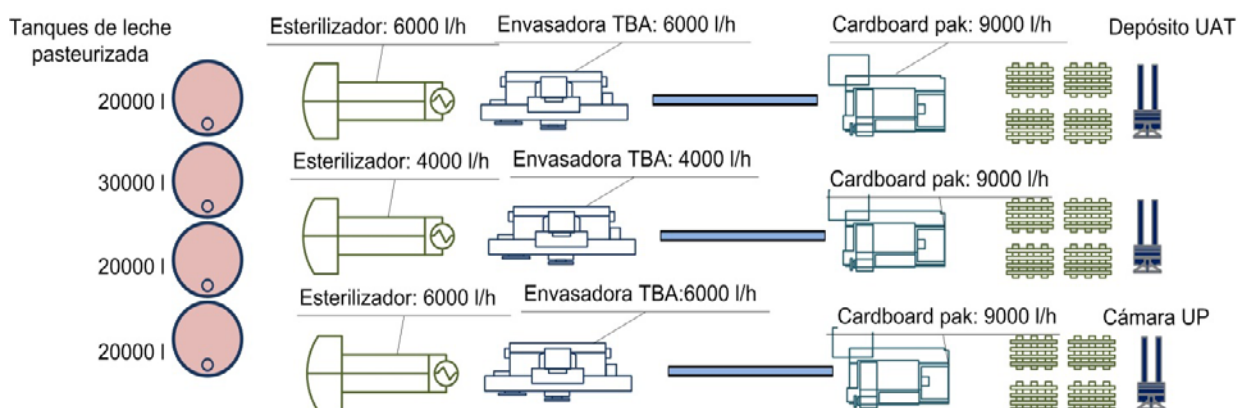


Figura 2-2: Diagrama de capacidad de línea de envasado de leche U.A.T. y U.P.

Para la operación de envasado, se cuenta con tres equipos:

1. Línea 1- Marca Tetra Pak<sup>®</sup>, modelo TBA-8.  
Tiene una capacidad de producción de 6000 litros/hora.
2. Línea 2- Marca Tetra Pak<sup>®</sup>, modelo TBA-8.  
Tiene una capacidad de producción de 4000 litros/hora.
3. Línea 3- Marca Tetra Pak<sup>®</sup>, modelo TBA-8.  
Tiene una capacidad de producción de 6000 litros/hora.

Mientras que para el paletizado, se tienen los siguientes dispositivos:

4. Tres empacadoras: Marca Tetra Pak<sup>®</sup>, modelo cardboardpacker. Su función es la de formar packs de 12 cajas de leche larga vida (U.A.T.), utilizando bandejas de cartón. Los pallets de leche larga vida se almacenan en racks, a temperatura ambiente.

Capacidad máxima (Tetra Brik<sup>®</sup>): 9000 litros/hora.

Para la producción de leche ultra-pasteurizada (U.P.), la leche estéril proveniente del esterilizador modelo Steritube B, marca Tetra Pak<sup>®</sup> se envasa en una máquina TBA de 6000 l/h de capacidad – línea 3-.

La leche envasada y empaquetada se introduce paletizada a la cámara fría (4-8 °C) de producto terminado.



### 2.2.3. Línea de elaboración de yogur

El proceso, que se esquematiza en la Figura 2-3, se inicia a partir de la leche pasteurizada obtenida de los 3 tanques intermedios de elaboración. Luego es transportada a 2 tanques pulmones donde se le agregan sólidos y aditivos. La mezcla se pasteuriza a 95 °C durante 3 minutos en un calentador de placas de capacidad 6000 l/h.

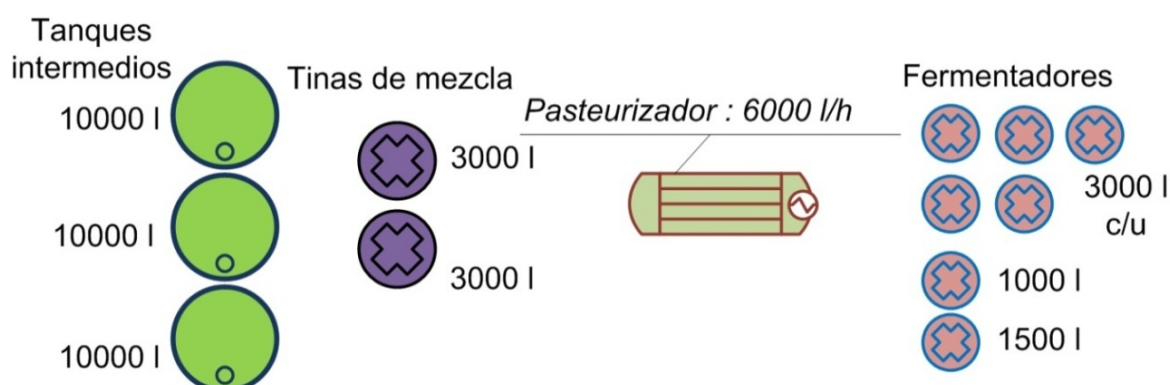


Figura 2-3: Diagrama de capacidad de tanques, pasteurizador y fermentadores de yogur.

La leche pasteurizada es enfriada hasta una temperatura de 40-45 °C. Luego el fluido es transportado y distribuido en 7 tanques fermentadores: cinco de 3000 litros cada uno, uno de 1000 litros y otro de 1500 litros de capacidad, donde se procede al agregado de aditivos, cultivos y estabilizantes. El tiempo de incubación es de 3 a 6 horas.

La etapa final de fraccionado (ver Figura 2-4), se efectúa para la versión yogur en potes cuya línea de elaboración cuenta con una capacidad total de 14000 potes/día. La misma, cuenta con dosificadores de frutas y pulpas, de caramelo y aplicador de capuchones. La línea de fraccionado de yogur bebible dispone de 3 fraccionadoras de sachet trilaminado con capacidad de 1200 l/h cada una, y una fraccionadora de botellas de 2000 unidades/h. Todos los productos terminados se almacenan en la cámara frigorífica (4-8 °C).

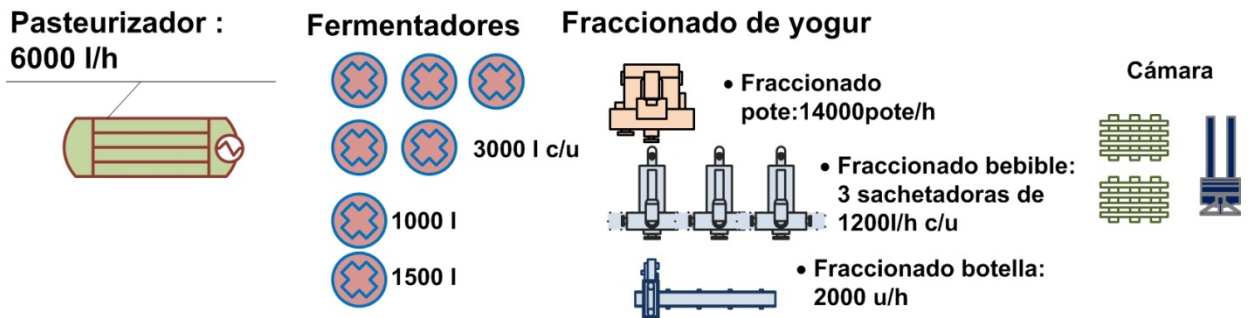


Figura 2-4: Diagrama de capacidad de línea de fraccionado de yogur.

Capacidad de fraccionado por tipo de envase:

- pote: 14000 potes/día,
- sachet: 1200 litros/h (por sachetadora),
- botella: 2000 unidades/h.

#### 2.2.4. Línea de elaboración de dulce de leche

Desde los tanques descriptos en el punto anterior y en la Figura 2-5, se transporta la leche pasteurizada-estandarizada hasta la tina de calentamiento, en donde se agregan los sólidos necesarios. Cinco pailas dulceras de 500 litros efectúan la evaporación de la mezcla a presión atmosférica, para finalmente enviar el producto terminado a dos tanques de enfriamiento de 1000 y 700 kilogramos y posterior fraccionado en potes de 250, 400 o 500 gramos (ver Figuras 2-5 y 2-6).

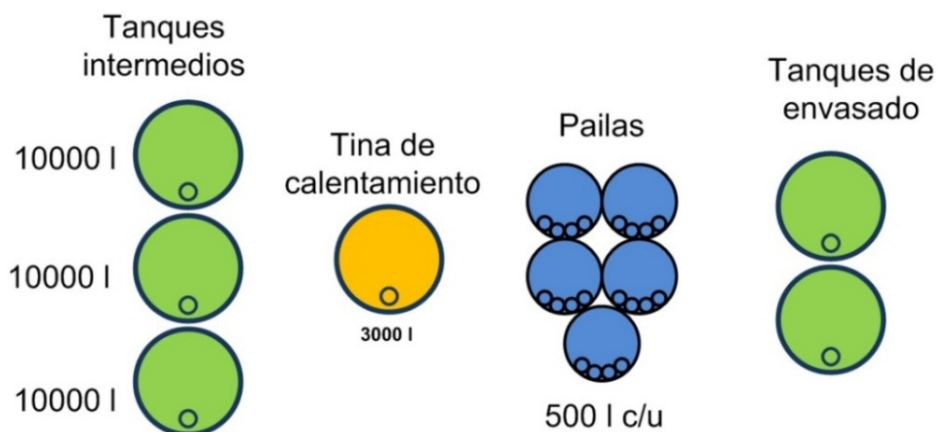


Figura 2-5: Diagrama de capacidad de tanques utilizados en elaboración de dulce de leche.

La capacidad de envasado en potes de 1 kilogramo es de 1000 potes/hora.

Capacidad de fraccionado:





- 1000 u/h (kilogramo);
- 3400 u/h (250, 400 ,500 gramos).

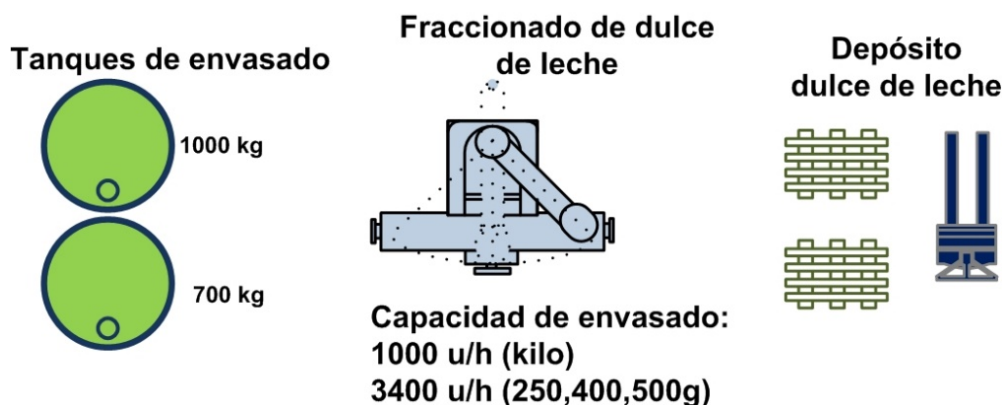


Figura 2-6: Diagrama de capacidad de línea de envasado de dulce de leche.

### 2.2.5. Línea de elaboración de crema pasteurizada

La crema obtenida por estandarización se almacena en un tanque de 3000 litros. Luego es transportada al intercambiador de calor de placas donde se pasteuriza a 80 °C con un tiempo de retención de 30 segundos. Para ello se utiliza un equipo de placas de 700 kg/h. La crema pasteurizada se almacena en un tanque sanitizado de 1000 litros de capacidad y posteriormente se fracciona en frío en potes de 200 o 380 cm<sup>3</sup> o, en bidones de 2 o 5 litros (Figura 2-7).

- Capacidad de fraccionado: 3000 litros/día (totales).

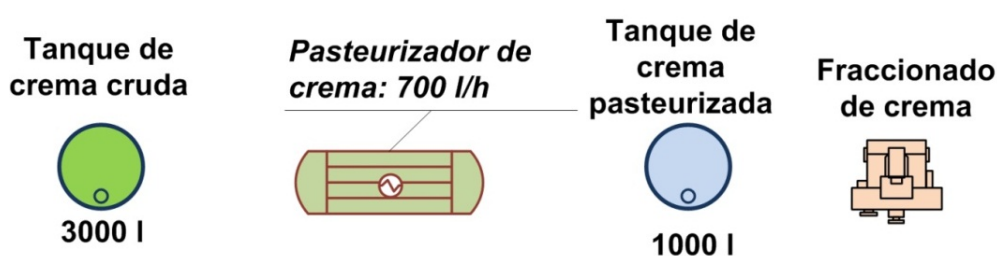


Figura 2-7: Diagrama de capacidad de línea de crema.

### 2.2.6. Línea de postres

El proceso de elaboración de postres inicia con la pasteurización de la leche a 90 °C durante 20 minutos. Luego se homogeneiza siendo esta operación de tipo batch<sup>2</sup>. La línea de elaboración, Figura 2-8, cuenta con una tina abierta de 4000 litros donde la

<sup>2</sup> Procesamiento por lotes.



leche pasteurizada es filtrada, para luego ser transportada a dos tanques de 2000 litros cada uno. Allí se realiza la preparación. El siguiente paso es la cocción de la mezcla para luego llevarla a la temperatura de envasado.

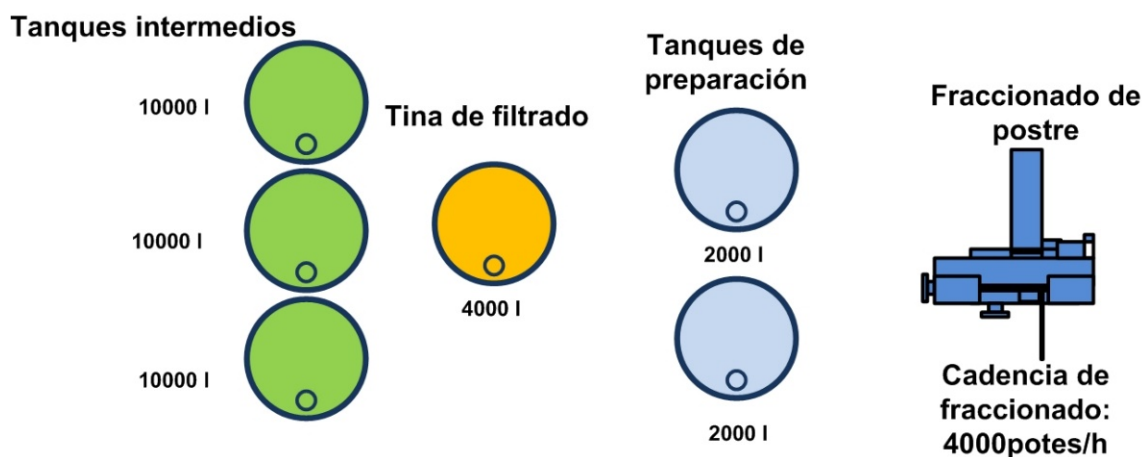


Figura 2-8: Diagrama de capacidad de línea de procesado y envasado de postre.

El fraccionado del producto en potes se realiza con una cadencia entre 1300 y 4000 potes/hora.

### 2.2.7. Diagrama general de capacidad en la planta

Se presenta a continuación en la Figura 2-9, un diagrama de capacidad general de la planta donde se integran las líneas de elaboración detalladas en los puntos anteriores.

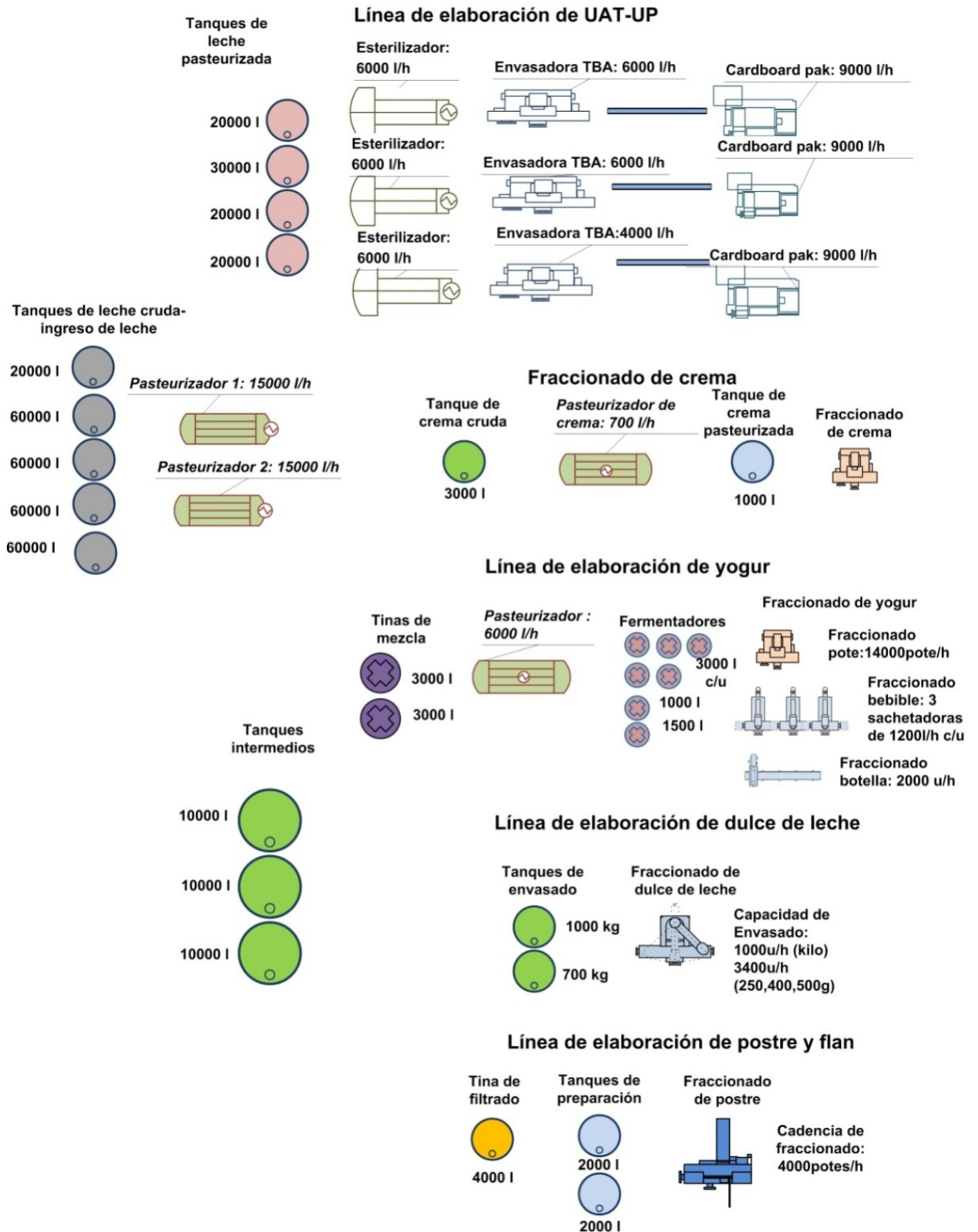


Figura 2-9: Diagrama general de capacidad de planta o de las operaciones.



## 2.2.8. Descripción de control de calidad

El control de calidad tiene dominio sobre los siguientes ítems:

- Generación de procedimientos y especificaciones.

De acuerdo a los requerimientos de definición de producto-proceso se fijan las variables de entrada, de proceso y de salida conformando esto el entorno de especificaciones.

- Control de calidad de producto-proceso.

El control de calidad se basa en gamas de control asociadas a un estándar de definición de proceso productivo por línea.

Las gamas de control detallan las características a controlar, los responsables del control, la documentación requerida (norma que rige), los medios de control, la planilla de registro, los límites de aceptación y las acciones correctivas en caso de no conformes.

El estándar de definición de proceso fija todas las operaciones involucradas paso a paso y los límites de las variables a controlar en dicho proceso.

Los documentos anteriormente citados son generados por el Departamento de Calidad y aprobados por Producción.

Todas las variables controladas son debidamente registradas y dichos registros conforman el sistema de trazabilidad del producto terminado.

La realización de los ensayos sobre materias primas, materiales en proceso y producto terminado; están a cargo del Laboratorio Central de Planta equipado con el instrumental necesario para tal fin.

### 2.2.8.1. Controles de materia prima e insumos

La materia prima principal es la leche cruda.

A esta se le realizan controles de calidad en la recepción antes de la descarga, según la gama de control correspondiente.

Además se realizan ensayos periódicos de muestras provenientes de los tambos, cuyos resultados se registran detalladamente consolidando el historial del productor.

Los demás insumos se encuentran agrupados en:



- ingredientes,
- material de envase y,
- productos químicos.

El procedimiento de recepción de insumos estipula que cada partida debe estar acompañada por el correspondiente protocolo de calidad. Los ensayos de recepción se efectúan para los distintos proveedores.

La materia prima y los insumos que cumplen con los estándares establecidos son aprobados para su ingreso al proceso productivo. Los que no, se segregan y luego se realiza el debido reclamo al proveedor.

### **2.2.8.2. Controles de proceso**

Durante el proceso se realizan los controles especificados en las gamas de control, los cuales determinan la continuidad del proceso.

En caso de detectarse valores o atributos fuera de control, se procede a la toma de acciones correctivas.

### **2.2.8.3. Controles de producto terminado**

Para los controles de producto terminado se retiran, para su posterior estudio, muestras representativas en la operación previa a la de paletizado.

A estas muestras se les realizan ensayos fisicoquímicos y microbiológicos, de acuerdo a las gamas de control correspondientes.

Si los valores de los ensayos se encuentran comprendidos entre los límites de aceptación, el producto está apto. Además, se realiza la evaluación sensorial u organoléptica de los productos elaborados, donde se da la aprobación definitiva de los mismos para su liberación al mercado.

## **2.2.9. Tecnologías limpias**

### **2.2.9.1. Tratamiento de efluentes líquidos**

Las características de los efluentes líquidos en cuestión responden al tipo de efluentes orgánicos sin residuos peligrosos conteniendo principalmente materia grasa y proteica. Por lo tanto actualmente el tratamiento de efluentes se realiza por



intermedio de un sistema biológico del tipo de fangos activados de depuración, constando de las siguientes etapas:

- Operación de neutralización, homogeneización y almacenamiento en tanques pulmón.
- Operación de remoción de grasas y fermentación anaeróbica.
- Operación de oxidación biológica.
- Operación de sedimentación.
- Operación de tratamiento de fangos.

### **2.2.9.2. Tratamiento de residuos sólidos**

Los residuos sólidos están constituidos en su mayor parte por material del tipo celulósico y de rechazos de packaging (polietileno o poliestireno). La recolección de residuos sólidos la realiza el servicio municipal y, una empresa especializada en la recolección de residuos industriales se encarga de la recolección del residuo especial o industrial.

### **2.2.9.3. Emisiones gaseosas**

Las emisiones gaseosas contaminantes proceden de las calderas de producción de vapor o agua caliente para el proceso de producción y limpieza. Las emisiones propias de los gases de combustión son monitoreadas periódicamente, de acuerdo a la legislación vigente. Entre los gases que se emiten están el monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>).



# CAPÍTULO 3

## MARCO TEÓRICO DEL PROBLEMA



### **3. Marco teórico del problema**

#### **3.1. La estadística como herramienta de análisis**

##### **3.1.1. Introducción**

En un proceso industrial interactúan materiales, máquinas, mano de obra (recursos humanos), mediciones, medio ambiente y métodos. Estos seis elementos, que se denominan las 6 M's, determinan de manera global un proceso y serán los responsables de las posibles variabilidades y por ende de la calidad, de la salida del proceso (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2004). El resultado de las características de calidad es el producto de la interacción de las 6 M, razón por la cual de existir algún cambio en el desempeño de un proceso u operación, éste estará relacionado a alguna de estas variables. Cada una de las 6 M's tiene y aporta su propia variación, sin embargo no todas se reflejan en cambios significativos en los resultados del proceso, ya que algunas variaciones se pueden contemplar como inherentes al proceso mismo (causas comunes) y habrá otras que se deben a alguna situación particular extraordinaria y atribuible (causas especiales).

Para controlar la variabilidad en el proceso y detectar señales de inestabilidad, las cuales pueden ser atribuibles a causas especiales, una herramienta muy útil es el control estadístico. Por esto es de fundamental importancia la implementación de un pensamiento estadístico que consiste en una filosofía de aprendizaje y acción basada en tres principios:

- Todo el trabajo ocurre en un sistema de procesos interconectados pues estos no trabajan de manera aislada debido a que interactúan con el resto del sistema.
- La variación existe en todos los procesos, relacionada con las 6 M's (una o más de ellas).
- Entender y reducir la variación es clave para el éxito.

##### **3.1.2. Estudio del proceso: análisis y descripción mediante aplicaciones estadísticas**

Los procesos tienen variables de salida que deben cumplir ciertas especificaciones para verificar que se trabaja de manera satisfactoria. Evaluar la capacidad y habilidad de un proceso es analizar qué tan bien sus variables de salida cumplen con las especificaciones. Para analizar datos se utilizan las herramientas de la estadística descriptiva y se profundiza con la inferencia estadística. En estos tipos de análisis es relevante definir el tipo de distribución. En la industria, normalmente se





presentan la distribución normal, log-normal y la Weibull. Ésta última, generalmente para ensayos de fatiga.

### 3.1.3. Inferencia estadística

El objetivo de la inferencia estadística es realizar afirmaciones validas acerca de una determinada población o proceso del cual no conocemos su comportamiento, en base a la información contenida en una muestra. Una población contempla el 100% de las unidades del proceso. La población puede ser finita o infinita y las variables de estudio se pueden discriminar entre variables aleatorias discretas y continuas. A la asociación de un valor numérico a cada experimento aleatorio se la conoce como variable aleatoria. En este análisis solo se hace referencia a las variables aleatorias continuas, que son variables cuyos valores posibles no están restringidos a un conjunto discretamente espaciado, por ejemplo la variable que asigna la estatura a una persona extraída de una determinada población es una variable continua ya que, teóricamente, todo valor entre, por ejemplo, 0 y 2,50 m, es posible. Los parámetros de un proceso se podrán obtener mediante estimadores puntuales o por intervalos.

### 3.1.4. Estudio de centralidad

Con las mediciones de una característica de calidad, el primer aspecto a investigar si el proceso cumple con las especificaciones es conocer la tendencia central de los datos para analizar si está centrado, es decir si la variable de salida esta próxima al valor nominal especificado. Para analizar la centralidad, es necesario calcular diversos estadísticos (Navidi, 2006).

Media muestral:

Sean  $X_1, X_2, X_3 \dots X_i$  las observaciones numéricas de una muestra de tamaño  $n$ , de la cual se desea conocer su tendencia central.

Se calcula la media muestral como indica la ecuación (1):

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (1)$$

Otra medida de tendencia central es la mediana, que es el valor que divide a la mitad el conjunto muestral, luego de ser ordenados de menor a mayor.



### 3.1.5. Análisis mediante gráficos

De mucha utilidad son los diagramas de caja, que se basan en los cuartiles particionando el rango de variación de los datos en cuatro grupos, cada uno de los cuales contiene el 25% de las mediciones. La amplitud del diagrama indica la medida de variación de los datos.

Es posible evaluar el comportamiento de una muestra en forma gráfica, con el histograma de forma que permite observar tendencia central y dispersión de los datos, además de la forma de su distribución en su rango de variación. El uso de los histogramas facilita el análisis y entendimiento de la variabilidad y, favorece al pensamiento estadístico; ya que mediante la inspección ocular se logra tener una primera idea acerca de la capacidad del proceso, la dispersión y la forma de distribución de un conjunto de datos. Se desarrolla más adelante en sección 3.2.2.

### 3.1.6. Medidas de forma

“Para analizar la forma de la distribución de los datos se calculan el sesgo y la curtosis. Una medida numérica del sesgo o asimetría, en la distribución de un conjunto de datos, se obtiene a través del sesgo y del sesgo estandarizado que están dados por las ecuaciones (2) y (3), donde  $n$  es el tamaño de la muestra,  $S$  la desviación estándar y  $\bar{X}$  la media muestral. El signo del sesgo indica el lado para el cual la cola de la distribución es más larga, ya sea para la izquierda (signo -) como para la derecha (signo +). Para los datos que siguen a la distribución normal, el valor del sesgo estandarizado debe caer dentro del intervalo  $[-2; +2]$ . En los casos donde el sesgo estandarizado cae fuera de este intervalo, será una evidencia de que la distribución de los datos tienen un sesgo significativamente diferente al de la distribución normal o , en otras palabras, que la distribución no es normal.” (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2004).

$$\text{Sesgo} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2)$$

$$\text{Sesgo estandarizado} = \frac{\text{sesgo}}{\sqrt{\frac{6}{n}}} \quad (3)$$

“Una medida de qué tan elevada o plana es la curva de la distribución de datos respecto a la curva de la distribución normal se obtiene a través del estadístico llamado curtosis y del coeficiente de curtosis estandarizado, que se pueden determinar empleando las ecuaciones (4) y (5):”



$$\text{Curtosis} = \frac{n(n+1) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} - \frac{3(n-1)}{(n-2)(n-3)} \quad (4)$$

$$\text{Curtosis estandarizada} = \frac{\text{Curtosis}}{\sqrt{\frac{24}{n}}} \quad (5)$$

“Si el signo de la curtosis es positivo indicará que la curva de la distribución de los datos es más empinada o alta en el centro y con las colas relativamente largas, ambos aspectos respecto a la distribución normal. Si el signo es negativo, se tendrá una curva más aplanada y con colas más cortas respecto a la normalidad. Para datos que siguen una distribución normal el valor de la curtosis estandarizada debe caer dentro de  $[-2; +2]$ .” (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2004).

### 3.1.7. Medidas de dispersión y variabilidad

Para evaluar la capacidad de un proceso y determinar si el mismo cumple con las especificaciones, es condición sine qua non medir la variabilidad de la característica de calidad bajo estudio y luego compararla con la variación que toleran las especificaciones correspondientes.

Para medir la dispersión se calcula el estadístico desviación estándar muestral, que es la medida más usual de variabilidad y mide qué tan espaciados están los datos respecto a la media muestral (ecuación (6)).

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (6)$$

Otra medida de la dispersión es el rango o recorrido  $R$ , que es la diferencia entre el dato mayor y el menor de la muestra. Mide la amplitud de la variación de un grupo de datos. Tanto  $R$  como  $\bar{X}$  no son función de  $n$ .

$$[R; X] \neq f(n)$$



### 3.1.8. La distribución normal

Es la distribución más utilizada en la estadística. Constituye un buen modelo para las poblaciones de variables continuas. La media de una variable aleatoria normal puede tener cualquier valor y la varianza cualquier valor positivo.

La función de densidad de probabilidad de una variable aleatoria normal con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$  está dada por (7):

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (7)$$

La curva de distribución normal se destaca por tener características tales como:

-Simetría alrededor de  $\mu$ , de tal forma que representa tanto la media como la mediana (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2004).

-Toda población normal se caracteriza por:

- Aproximadamente el 68% de la población se encuentra en el intervalo  $\mu \pm \sigma$ ,
- Aproximadamente el 95% de la población se encuentra en el intervalo  $\mu \pm 2\sigma$ ,
- Aproximadamente el 99.7% de la población se encuentra en el intervalo  $\mu \pm 3\sigma$ .

La proporción de una población normal que se encuentra a un determinado número de desviaciones de la media, es la misma en cualquier población normal.

## 3.2. Herramientas de calidad

### 3.2.1. La importancia de las herramientas de calidad

El valor de una característica de calidad es un resultado que depende de una combinación de variables y factores que condicionan el proceso productivo.

La variabilidad de las mediciones es una consecuencia de la fluctuación de todos los factores y variables que afectan el proceso.

Los valores numéricos presentan una fluctuación aleatoria y por lo tanto para analizarlos es necesario recurrir a técnicas estadísticas que permitan visualizar y tener en cuenta la variabilidad a la hora de tomar decisiones. En la industria, normalmente son de gran utilidad los histogramas de frecuencia entre otras herramientas (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2004).



### 3.2.2. Histograma de frecuencias

El histograma es un gráfico que encuentra sus bases en la estadística. Consiste en una serie de rectángulos ( $k'$ ), en las cuales los datos son registrados en clases, es decir que se muestra el número de veces que se repite cada uno de los resultados cuando se realizan una serie de mediciones sucesivas. El histograma pone en evidencia la distribución de un conjunto de datos y despliega la variabilidad en un proceso, permitiendo así, ver alrededor de que valor medio se agrupan las mediciones y cuál es la dispersión sobre ese valor. El valor de  $k'$  se puede calcular utilizando la siguiente expresión:

$$k' = \sqrt{n}$$

### 3.2.3. Diagrama causa-efecto

Controlar y mejorar la calidad implica conocer los factores que influyen en el proceso, potenciarlos si aumentan la calidad y eliminarlos en caso contrario. Para ello es necesario conocer las relaciones causa-efecto de un proceso. Un diagrama de causas y efectos es la representación de varios elementos (causa/s) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto/s). Este diagrama se utiliza para poder identificar las causas de un problema específico. Permite reunir todas las ideas para analizar el problema desde diferentes puntos de vista. Es una herramienta muy poderosa una vez que el proceso ha sido descrito y el problema está bien definido. El análisis se basa en el estudio del proceso, clasificando y vinculando las diferentes causas que influyen sobre la calidad, mostrando así la relación entre una característica de calidad cualquiera y los factores de producción. El objeto del diagrama de Ishikawa o espina de pescado, como también se lo conoce, es encontrar una estructura de las múltiples relaciones entre causas y efectos que son determinantes en una característica de calidad (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2004).

Con la premisa de que las relaciones antes mencionadas por lo general son altamente complejas, se divide a las causas en subgrupos. La búsqueda de causas se realiza en función de 6 subgrupos, normalmente llamados las 6M's.

### 3.2.4. Control estadístico de procesos

Todo proceso productivo es un sistema formado por personas, equipos y procedimientos de trabajo. El proceso genera una salida (output), que es el producto que se quiere fabricar (Render & Heizer, 2009).



La calidad del producto fabricado está determinada por sus características de calidad, es decir, por sus propiedades físicas, químicas, mecánicas, estéticas, durabilidad, funcionamiento, etc., que en conjunto determinan el aspecto y funcionalidad del mismo. El cliente quedará satisfecho con el producto si esas características se ajustan a lo que esperaba, es decir, a sus expectativas previas. Por lo general, existen algunas características que son críticas para establecer la calidad del producto. Normalmente se realizan mediciones de éstas características y se obtienen datos numéricos o cualitativos. Si se mide cualquier característica de calidad de un producto, se observará que los valores numéricos presentan una fluctuación o variabilidad entre las distintas unidades del producto fabricado.

En nuestro caso la salida del proceso son potes, cajas de leche y sachet de leche y la característica de calidad, la masa del contenido.

Se verá en el desarrollo del trabajo que a medida que se fabrica el producto las mediciones de peso varían en forma aleatoria, aunque manteniéndose cerca de un valor central.

### **3.2.5. C.E.P. como herramienta de análisis**

El control estadístico de procesos (C.E.P.) es una técnica estadística de uso extendido para asegurar que los procesos cumplen las normas. Todos los procesos están sujetos a ciertos grados de variabilidad. Uno de los pioneros en estudiar los procesos y sus variaciones fue Shewart, quien durante la década de 1920 estableció la distinción de variación por causas naturales y por causas imputables, especiales o asignables, desarrollando una herramienta eficaz y confiable: el gráfico de control.

Se dice que un proceso está funcionando bajo control estadístico cuando las únicas causas de variación son causas comunes (naturales). El proceso, en primer lugar, debe controlarse estadísticamente, detectando y eliminando las causas especiales (imputables). Una vez logrado el estado de control, es posible predecir su funcionamiento y determinar la capacidad para cumplir con los requerimientos de calidad. El objetivo de un sistema de control de procesos es proporcionar una señal estadística cuando aparecen causas de variación imputables. Una señal de este tipo puede adelantar la toma de decisiones y actuar para eliminar estas causas imputables (Render & Heizer, 2009).

#### **a) Variaciones naturales**

Las variaciones naturales afectan a todos los procesos de producción y siempre están presentes. Estas características provienen de las diferentes fuentes de variación de un proceso que está bajo control estadístico. Se comportan como un sistema constante de causas aleatorias. Aunque sus valores individuales sean todos diferentes, como grupo forman una muestra que puede describirse a través de una



distribución. Cuando estas distribuciones son normales se caracterizan por dos parámetros (Render & Heizer, 2009).

- La media,  $\mu$  (medida de la tendencia central).
- La desviación estándar,  $\sigma$  (es decir la medida de la dispersión).

Siempre que la distribución de los datos se mantenga dentro de los límites especificados, se dice que el proceso está “bajo control”, y se toleran pequeñas variaciones.

### b) Variaciones imputables

Las variaciones imputables o asignables de un proceso generalmente se deben a causas específicas o especiales. Factores como el desgaste de herramientas, equipos mal calibrados, trabajadores u operarios en estado de fatiga e insuficientemente formados, así también como nuevos lotes de materia prima, son fuentes potenciales de variaciones imputables (Render & Heizer, 2009).

El objetivo que se persigue es contar con un proceso bajo control, es decir que esté sólo afectado por variaciones naturales. Además se busca, de existir, identificar y eliminar las variaciones imputables para que el proceso pueda seguir bajo control.

### Muestras

Debido a las variaciones naturales y a las imputables, los procesos de control estadístico utilizan medias de pequeñas muestras (normalmente de tamaño  $n=2$ ) en lugar de datos sobre piezas particulares. Las piezas recogidas individualmente tienden a ser demasiado irregulares como para hacer visibles las tendencias a corto plazo. Las muestras del proceso, que es el caso del presente P.I corresponden al peso del contenido de cajas de leche larga vida, se retiran de la línea de llenado. Las muestras de tamaño “n” se pesan y forman una distribución que puede variar. Existen muchos tipos de distribución, incluyendo la normal, las cuales pueden diferir en su tendencia central, su desvío o por la forma que presentan (ver gráficos inferiores, Figura 3-1).

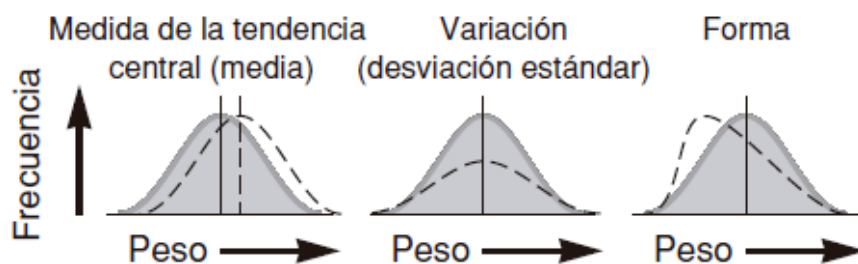


Figura 3-1: Variaciones de la distribución normal (Render & Heizer, 2009).



Si sólo se encuentran causas naturales de variación el resultado de un proceso forma una distribución que resulta estable y predecible a lo largo del tiempo.

Si se encuentran causas especiales, entonces se está frente a un proceso que no es estable a lo largo del tiempo, y por ende impredecible. Cuando ocurren causas que no se esperan en el proceso, las muestras formarán distribuciones inesperadas que variarán por la tendencia central, su dispersión y su forma (ver gráficos inferiores, Figura 3-2).

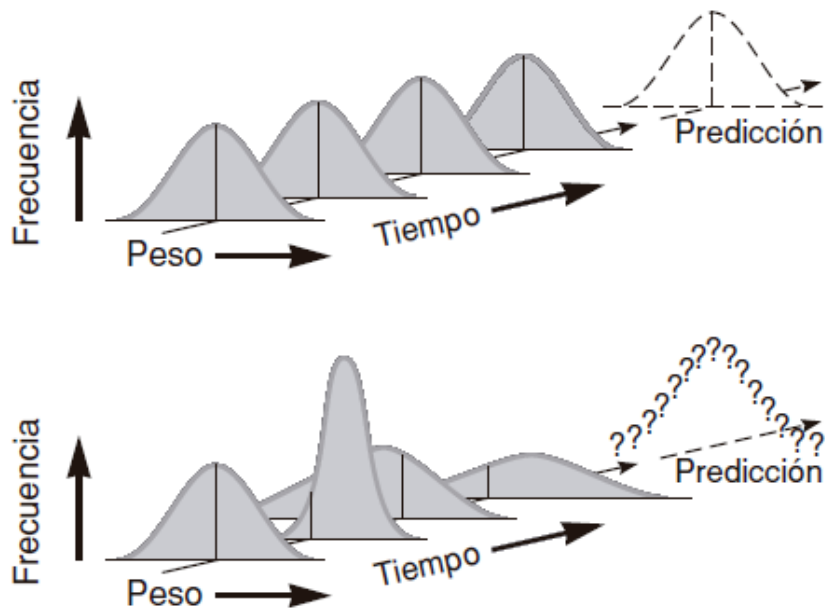


Figura 3-2: Variación de la distribución en el tiempo (Render & Heizer, 2009).

### 3.2.5.1. Gráficos de control para variables

Las variables son características que tienen dimensiones continuas, así como un número infinito de valores, por ejemplo peso, velocidad, longitud o resistencia. Para supervisar un proceso de naturaleza continua se emplean los gráficos de control para la media  $\bar{X}$  y el rango R. El gráfico para la media nos informa si los cambios han tenido lugar en la tendencia central (la media en este caso) del proceso. Estos cambios pueden deberse a desgastes de herramienta, incrementos graduales de temperatura o el uso de nuevos materiales, entre otros. Los valores del gráfico R indican incrementos o decrementos en uniformidad. Estos cambios pueden deberse a desgastes de cojinetes, pérdida de una parte de la herramienta, flujo imprevisible de lubricante en la máquina o simplemente descuidos por parte del operario. Los dos gráficos van a la par cuando se controla las variables, ya que son de utilidad para medir los dos parámetros fundamentales: la tendencia central y la dispersión (Render & Heizer, 2009).





## Gráficos de control

El proceso de construcción de los gráficos de control está basado en el concepto de la Figura 3-3 en la que se presentan tres distribuciones que corresponden al estado del proceso (Render & Heizer, 2009).

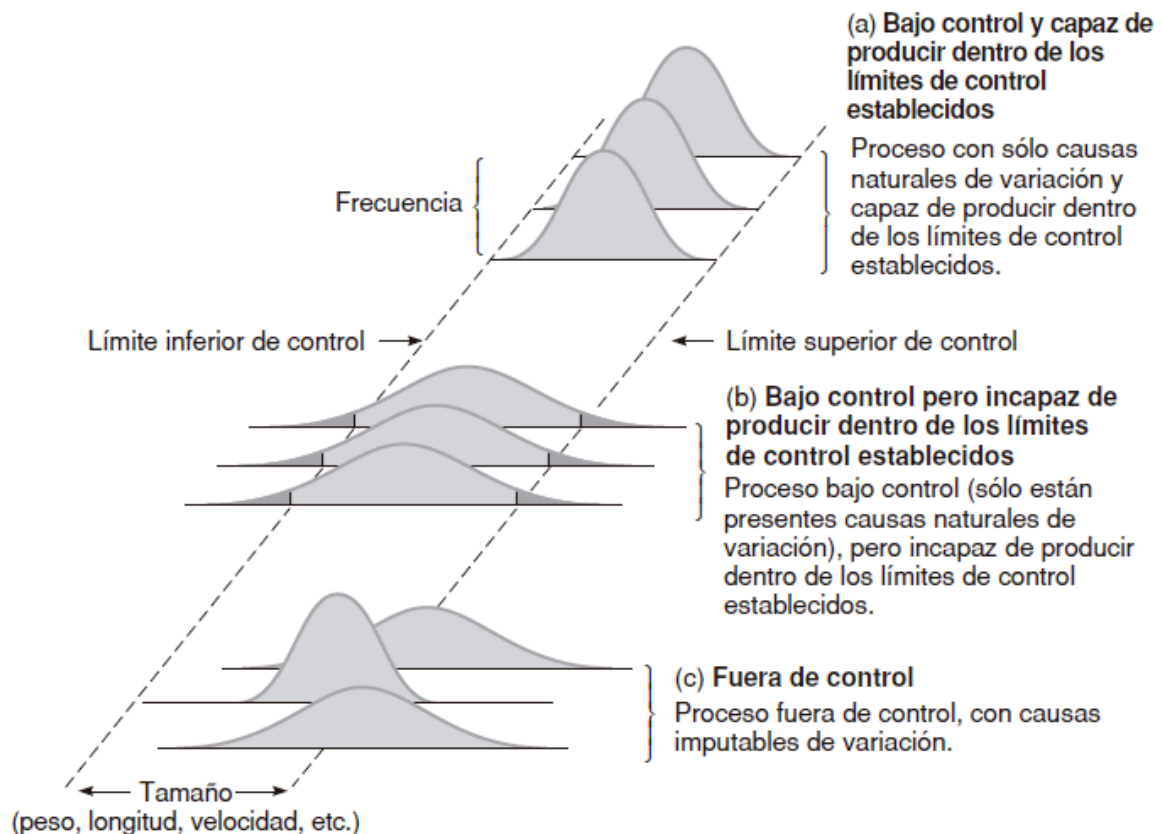


Figura 3-3: Proceso de construcción de los gráficos de control (Render & Heizer, 2009).

Entonces, el proceso podría estar bajo tres estados:

- Bajo control y ser capaz de producir dentro de los límites establecidos. En este caso se tiene un proceso con solo variaciones naturales.
- Bajo control pero ser incapaz de producir dentro de los límites de control. Solo están presentes variaciones naturales pero el grado de dispersión es tal que no se tiene capacidad para producir dentro de los límites de control.
- Fuera de control. Aquí se presenta un proceso con causas especiales de variación.



Como se desarrolla anteriormente, los gráficos de control son de gran utilidad para detectar si un proceso se encuentra bajo control. Para esto, se deben determinar los límites naturales del proceso, los cuales se fijan de la siguiente manera:

### Fijación de los límites para los gráficos de control (X-media)

Los límites de control para los gráficos X-media están determinados por la media y la desviación estándar del estadístico que se grafica en la carta (Render & Heizer, 2009).

$$\mu_{\bar{x}} \pm 3\sigma_{\bar{x}}$$

Donde  $\mu_{\bar{x}}$  significa la media de las medias, y  $\sigma_{\bar{x}}$  la desviación estándar de las medias que se estiman inicialmente. Ambos valores se determinan de la siguiente manera:

$$\mu_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Luego,  $\bar{\bar{X}}$  es la media de las medias de los subgrupos,  $\sigma$  la desviación estándar del proceso, es la que indica la variabilidad de las mediciones individuales y  $n$  el tamaño del subgrupo. Por lo general no se conocen los parámetros del proceso, y para  $n$  menor a 10 un buen estimador de la desviación estándar es:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$d_2 = f(n)$$

$$3\sigma_{\bar{x}} = 3 \frac{\bar{R}/d_2}{\sqrt{n}} = \frac{3}{d_2\sqrt{n}} \bar{R} = A_2 \bar{R}$$

Donde los límites del gráfico se determinan usando (8), (9) y (10):

$$LCS = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad (8)$$

$$\text{Línea central} = \bar{\bar{X}} \quad (9)$$

$$LCI = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \quad (10)$$

Si los parámetros del proceso se conocen:

$$LCS = \mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$



Línea central =  $\mu$

$$LCI = \mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

### Fijación de los límites para los gráficos de control (R)

Los tipos de cartas como son los gráficos R permiten detectar cambios en la amplitud de la variación del proceso. Los límites para los gráficos R se determinan a partir de la media y desvío de los rangos de los subgrupos

$$\mu_R \pm 3 \sigma_R$$

Dónde:

$$\sigma_R = \bar{R}$$

$$\sigma_R = d_3 \sigma = d_3 \left[ \frac{\bar{R}}{d_2} \right]$$

Se determinan así los límites de control del gráfico R usando las expresiones (11), (12) y (13) .

$$LCI = \bar{R} - d_3 \left[ \frac{\bar{R}}{d_2} \right] = \left[ 1 - \frac{d_3}{d_2} \right] \bar{R} = D_3 \bar{R} \quad (11)$$

$$\text{Líneacentral} = \bar{R} \quad (12)$$

$$LCS = \bar{R} + d_3 \left[ \frac{\bar{R}}{d_2} \right] = \left[ 1 + \frac{d_3}{d_2} \right] \bar{R} = D_4 \bar{R} \quad (13)$$

#### 3.2.5.2. Utilización de los gráficos de medias y rangos

Se puede definir la distribución normal con los dos parámetros: la media y la desviación estándar. Los gráficos X-media y R siguen esos dos parámetros. El gráfico X-media responde a las variaciones de la media del proceso, mientras que el de rangos revela las variaciones de la desviación estándar del proceso. Con la ayuda de estos dos gráficos se está en condiciones de seguir los cambios que se produzcan en la distribución del proceso.

La siguiente figura, (Figura 3-4), muestra el cambio de la media del proceso, pero como la dispersión es constante no se detecta cambio alguno en el gráfico R.

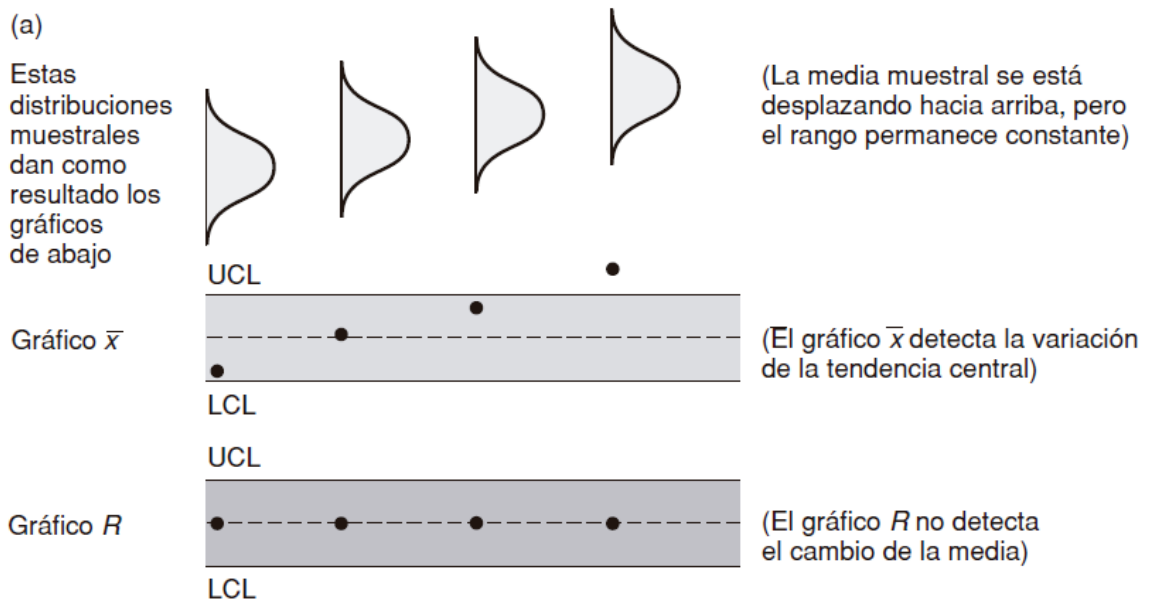


Figura 3-4: Variación de la media y rango constante en el tiempo (Render & Heizer, 2009).

Caso contrario sucede en el caso planteado en la Figura 3-5, donde no se detecta cambio en el comportamiento de la media del proceso pero se pueden apreciar cambios en la dispersión.

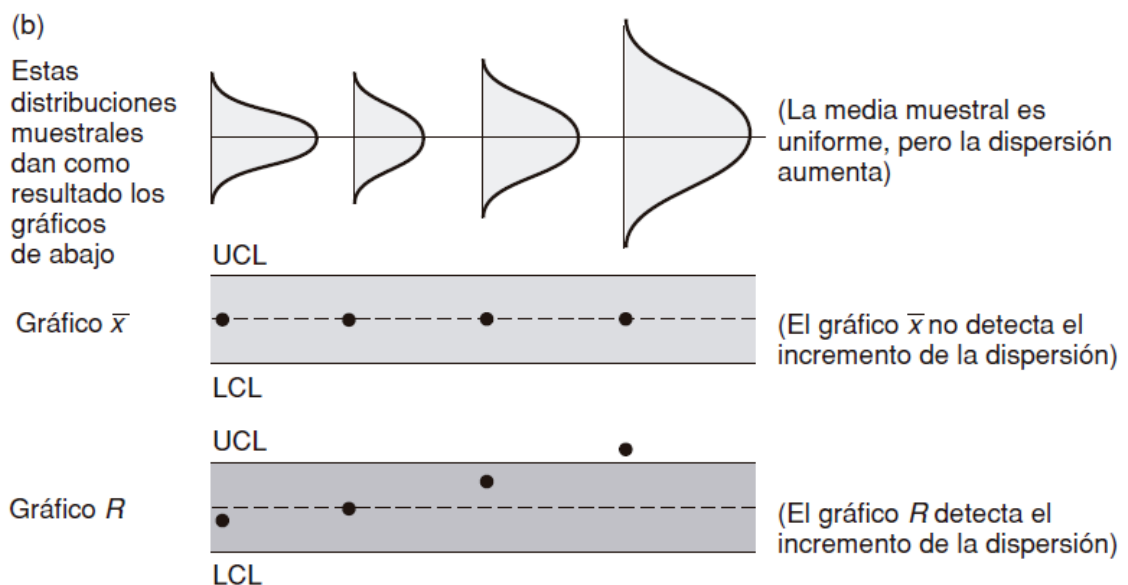


Figura 3-5: Variación del rango con media constante (Render & Heizer, 2009).



### 3.2.5.3. Interpretación de los gráficos de control

A la hora de analizar estabilidad no basta sólo con que los puntos se sitúen dentro de los límites del gráfico de control. En este trabajo se analizan los ocho patrones de Lloyd Nelson para verificar estabilidad de un proceso (Barba, Boix, & Cuatrecasas, 2000).

Patrón 1: Puntos fuera de los límites de control. Tanto en el gráfico de medias como en el de rangos, el hecho de que los puntos caigan fuera de los límites naturales es un indicativo de que el proceso no está bajo control, es decir, existe alguna causa especial de variación (Figura 3-6).

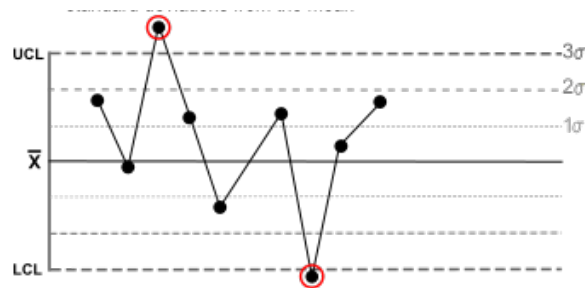


Figura 3-6: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 1.

Patrón 2: Nueve o más puntos se ubican en el mismo lado respecto del límite central.

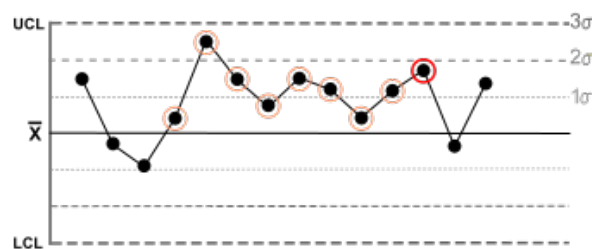


Figura 3-7: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 2.

Patrón 3: Seis o más puntos tienen un comportamiento ascendente o descendente.

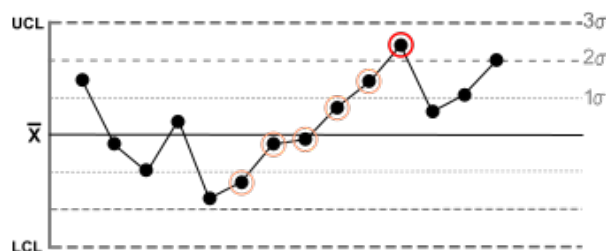


Figura 3-8: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 3.



Patrón 4: Quince puntos ubicados en la zona cercana, superior o inferior, al límite central.

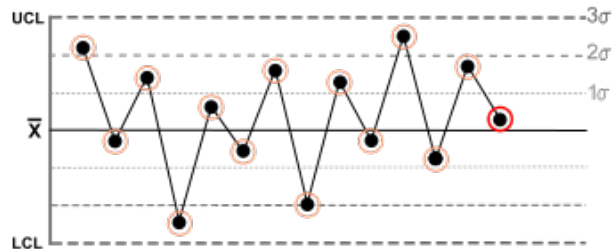


Figura 3-9: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 4.

Patrón 5: Dos de cada tres puntos ubicados a una distancia mayor a 2 desviaciones estándar de la media en la misma dirección. Esto no es posible ya que si el proceso está en estado de control, entre las zonas que se ubican a una distancia igual a dos desvíos, debe haber el 95,4% de las observaciones, y entre las zonas que van hasta tres desvíos el 99,7%.

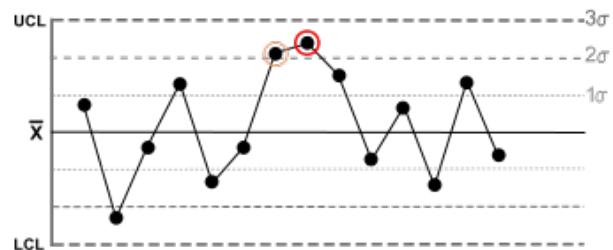


Figura 3-10: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 5.

Patrón 6: Cuatro (o cinco) de cinco puntos ubicados a más de un desvío respecto al límite central.

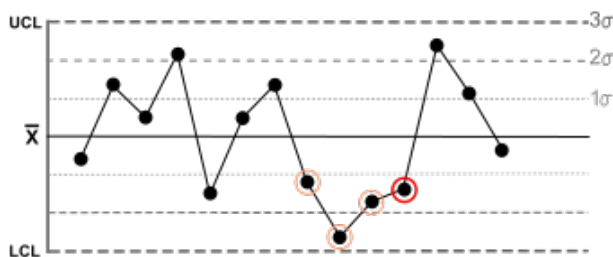


Figura 3-11: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 6.

Patrón 7: Quince puntos seguidos con alternancia creciente-decreciente.

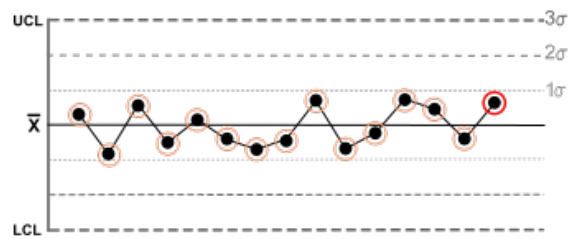


Figura 3-12: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 7.

Patrón 8: Existen ocho puntos consecutivos a una distancia de un desvío respecto al límite central.

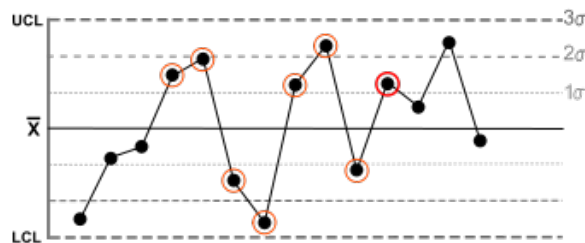


Figura 3-13: Patrones de Lloyd Nelson: Patrón 8.

### 3.3. Capacidad de un proceso

Un control estadístico de procesos implica querer mantener el proceso bajo control y que la variación natural de dicho proceso debe ser lo suficientemente estrecha para que los productos cumplan con los estándares de calidad requeridos. En ocasiones se pueden presentar procesos que están bajo control pero no satisfacen las especificaciones de diseño, es decir las tolerancias. La capacidad de un proceso de satisfacer y cumplir con las tolerancias y los estándares de calidad se denomina "capacidad del proceso". Hay dos mediciones para determinar cuantitativamente si un proceso es capaz: el ratio o cociente de capacidad del proceso ( $C_p$ ) y el índice de capacidad del proceso ( $C_{pk}$ ) (Render & Heizer, 2009).

#### 3.3.1. Ratio de capacidad ( $C_p$ )

El  $C_p$  mide la capacidad del proceso independiente de si su media está centrada o no entre los límites de especificación. El ratio de capacidad de proceso se calcula mediante:

$$C_p = \frac{\text{Límite de especificación superior} - \text{Límite de especificación inferior}}{6\sigma}$$



Esto suele significar que la capacidad del proceso está en el intervalo de más menos 3 veces la desviación estándar ( $\pm 3\sigma$ ) de la media del proceso. Puesto que este rango de valores es de  $6\sigma$ , la tolerancia de un proceso capaz, que es la diferencia entre la especificación superior e inferior, debe ser mayor o igual que 6 desvíos estándar (ecuación 14).

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma} \quad (14)$$

El  $C_p$  compara el ancho de las especificaciones con la variación real utilizando los parámetros del proceso.

$$C_p = \frac{\text{Variación tolerada}}{\text{Variación real}}$$

Un proceso capaz tiene un  $C_p$  de por lo menos 1. Si el  $C_p$  es inferior a 1 el proceso da lugar a productos o servicios fuera de su tolerancia permisible.

Con un  $C_p$  de 1 se puede esperar que 2,7 elementos de cada 1000 estén fuera de las especificaciones. Cuando mayor sea el ratio de la capacidad del proceso, mayor será la probabilidad de que el proceso se encuentre dentro de las especificaciones de diseño.

Una desventaja de este ratio es que no tiene en cuenta el centrado del proceso, por lo cual se analiza a continuación otro coeficiente de capacidad.

### 3.3.2. Índice de capacidad de un proceso ( $C_{pk}$ )

El índice de capacidad del proceso  $C_{pk}$ , mide la diferencia entre las dimensiones deseadas y las dimensiones reales de los bienes o servicios producidos.

$$C_{pk} = \text{mínimo} \left[ \frac{\text{Límite de especificación superior} - \bar{X}}{3\sigma}; \frac{\bar{X} - \text{Límite de especificación inferior}}{3\sigma} \right] \quad (15)$$

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma} \quad (16)$$

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma} \quad (17)$$

$$C_{pk} = \text{valor más pequeño entre } C_{pi} \text{ y } C_{ps}$$





Cuando  $C_{pk}$  es igual a 1, la variación del proceso está centrada dentro de los límites superior e inferior de las especificaciones, y el proceso es capaz de producir dentro de desvíos estándar de  $\pm 3\sigma$  (menos de 2.700 unidades defectuosas por millón).

Un  $C_{pk}$  de 2 significa que el proceso es capaz de producir menos de 3,4 unidades defectuosas por millón. En la Figura 3-14 se observa la interpretación de este coeficiente.

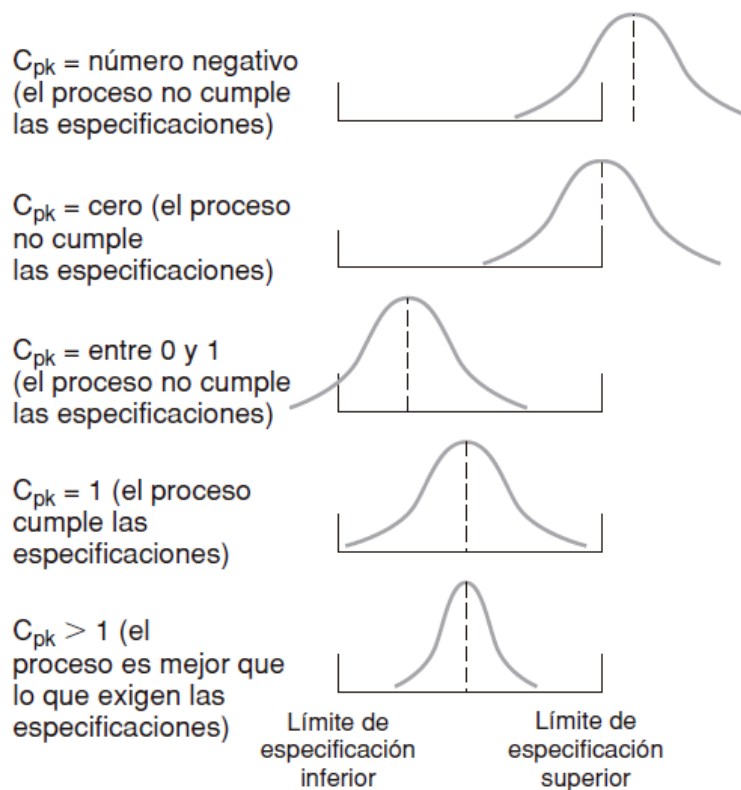


Figura 3-14: Interpretación del índice  $C_{pk}$  (Render & Heizer, 2009).

Si la media del proceso no está centrada en la media deseada, es decir la impuesta por las especificaciones, entonces se utiliza el numerador más pequeño en la ecuaciones 15, 16 y 17 (el mínimo de la diferencia entre el límite superior de especificación y la media, o entre el límite de especificación inferior y la media).

### 3.4. Estudio de los costos industriales

#### 3.4.1. Introducción

Una necesidad por parte de las empresas de manufactura o servicios, es conocer sus costos. Esta es la base para obtener el precio de venta y una herramienta para calcular el balance económico.



Cuando el mercado se satura, como es el caso de la industria alimentaria, conocer los costos se convierte en una utilidad; ya que la presencia de la competencia siempre reduce los márgenes de utilidad.

El conocimiento de los costos de producción permite analizar y tomar decisiones sobre temas como la realización de una inversión que viabilice una reducción de los mismos a futuro.

Contabilizar los costos le permite al Ingeniero Industrial trabajar en la optimización de los procesos productivos, permitiendo una correcta gestión de materiales en la producción.

### 3.4.2. Análisis de costos y clasificaciones

El análisis de la composición del precio de venta permite desglosarlo en todos los elementos que lo componen y establecer la participación de cada elemento dentro del costo total (Vázquez, 2009).

En la representación de la Figura 3-15 se ilustra, además de la “explotación” de los costos, las relaciones entre sus componentes.

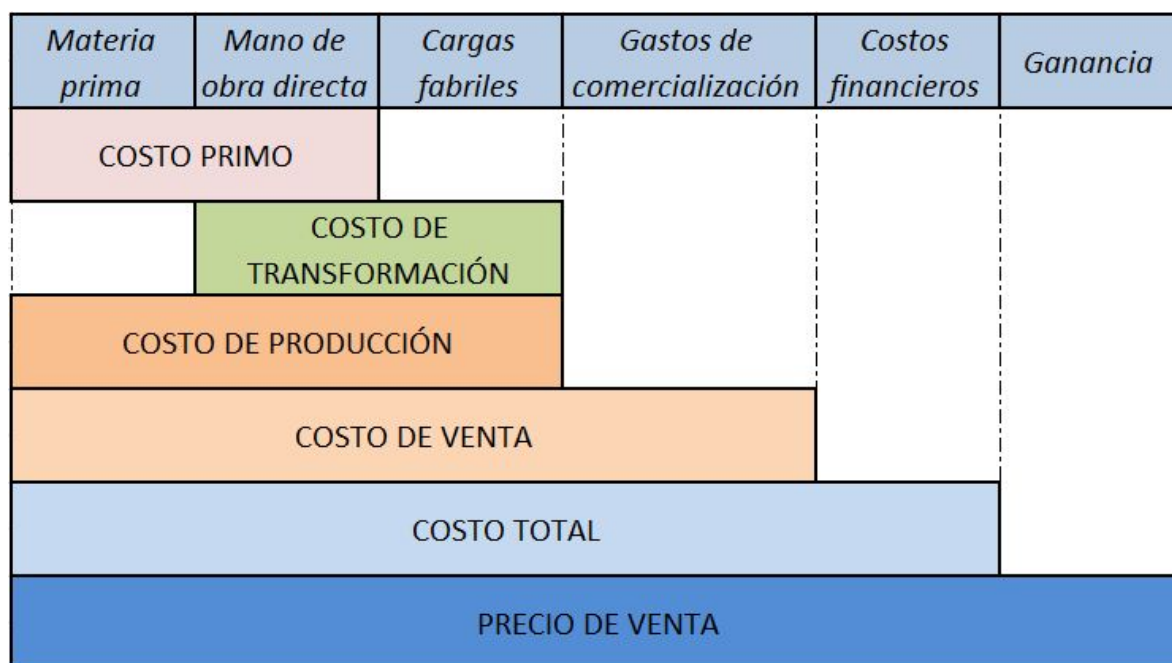


Figura 3-15: Estructura de costos (Vázquez, 2009).

Cuando se indica materia prima se refiere al material que se consume en cantidad definida por cada unidad de producto elaborado, es decir a todo componente o



material que queda incorporado en el producto, más los desperdicios. Luego, su consumo se mantiene proporcional con el número de unidades.

Como mano de obra directa se entiende al trabajo humano aplicado directamente sobre el producto valorizado; conforman al mismo todo el trabajo medido en horas-hombre aplicado en la elaboración del producto. Se incluyen los salarios y las cargas sociales relacionadas con éstos. El operario de calidad que hace los controles bacteriológicos no se considera mano de obra directa, sino indirecta.

El costo primo del producto lo conforman la materia prima y la mano de obra directa.

En otro plano se analizan las cargas fabriles, compuestas por todos los costos que son necesarios incurrir para lograr el producto final. Como ejemplos se pueden nombrar: sueldos de empleados y cargas sociales de mano de obra indirecta (MOI), energía eléctrica, materiales de consumo como ser guantes, barbijos, cofias, etc. Este componente de la estructura de costos, sumado al costo primo, da como resultado el costo de producción (Vázquez, 2009).

Los gastos de comercialización son los costos que se incurren para concretar y hacer efectiva la venta; mientras que los costos financieros están vinculados al uso de capitales.

La suma de todos los costos individuales o agrupados definidos en los párrafos anteriores forma el costo total. Luego, al adicionar la ganancia, se sustancia el precio de venta.

Otra clasificación importante en los costos es la que se presenta al diferenciarlos costos directos e indirectos de la producción, lo cual es importante a la hora de imputar los gastos al producto.

El costo directo es todo gasto que se puede imputar inequívocamente a un determinado bien o servicio, existiendo proporcionalidad entre el volumen de producto elaborado y los costos directos. Este puede estar compuesto, entre otros, por:

- Costo directo de materia prima: incluye a todos los materiales que integran el producto final.
- Costo directo de mano de obra: incluye el trabajo medido en  $\frac{\text{horas}}{\text{hombre}}$ , aplicado a la elaboración del producto, en este caso por ejemplo aplica a dosificado y embalaje. En este se incluyen salarios y cargas sociales.

Es indirecto todo gasto que presenta ambigüedades a la hora de la imputación y será necesario la utilización de criterios contables para repartirlos entre los productos. Éste está compuesto, entre otros, por: alquiler, salario de personal administrativo, el gasto de electricidad, agua, climatización, etc.



### 3.5. Productividad industrial

La medición de la productividad se puede obtener de manera directa cuando se mide un determinado volumen de producción en función de las horas hombre empleadas. Mediante este cálculo se obtiene un ratio de tipo parcial ya que solo se está analizando un solo factor (Render & Heizer, 2009).

Otra forma de medición resulta de obtener la productividad en función de otros factores, como es el capital, materiales o energía. Se puede resumir lo anterior mediante la ecuación (18):

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Cantidad del factor empleado (inputs)}} \quad (18)$$

La utilización de un solo factor productivo para la obtención de la productividad se denomina productividad de tipo monofactor.

A su vez, la productividad de múltiples factores brinda una visión más amplia que incluye todos los factores productivos, por ejemplo trabajo, material, energía, capital. Este índice también se conoce como productividad total y se calcula combinando todos los factores en función de alguna unidad común a los mismos (por ejemplo en pesos).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Trabajo} + \text{material} + \text{energía} + \text{capital} + \text{varios}} = \left[ \frac{\text{Unidad}}{\$} \right]$$

#### 3.5.1. Variables de la productividad

Los incrementos de productividad se deben sobre todo a tres factores fundamentales los cuales son trabajo, capital y gestión. La estadística y la experiencia indican que influyen de la siguiente manera:

- trabajo, que aporta un 10%,
- capital, que aporta un 38%,
- gestión, que aporta un 52% (Render & Heizer, 2009).

Estos tres factores son vitales para mejorar la productividad. Representa amplias áreas donde los directores pueden emprender acciones para mejorar la productividad.

Trabajo: La mejora de la contribución del trabajo a la productividad es consecuencia de tener un personal más sano, más formado y mejor alimentado. Parte del



incremento se puede deber a una semana laboral más corta. Históricamente el 10% de la mejora de productividad se debe a mejorar la calidad del trabajo (Render & Heizer, 2009).

**Capital:** Los seres humanos son seres que utilizan herramientas. Las inversiones en capital proporcionan estas herramientas. La inflación y los impuestos aumentan el coste del capital, haciendo que las inversiones en capital resulten cada vez más caras. Cuando disminuye el capital invertido por empleado es de esperar una caída en la productividad (Render & Heizer, 2009).

**Gestión:** La gestión es un factor de producción y un recurso económico. Es el responsable de asegurar que el capital y el trabajo se utilicen eficazmente para aumentar la productividad. A este factor se le debe más de la mitad del incremento anual de la productividad. Comprende las mejoras producidas por la utilización del conocimiento y la aplicación de la tecnología (Render & Heizer, 2009).

### **3.6. Aplicación de la Ley de Lealtad Comercial**

La Ley N° 22.802 de Lealtad Comercial<sup>3</sup>, con su Decreto 800/97, tiene como finalidad asegurar que el consumidor disponga de información acerca de las condiciones en que los bienes y servicios son ofrecidos antes de efectuar la compra, y que ella se corresponda con lo realmente suministrado. Así también, busca que todos los proveedores de bienes y servicios cumplan con las normas de comercialización vigentes, de forma tal de garantizar reglas claras en las transacciones que se hacen efectivas en el mercado. El ente encargado de controlar el cumplimiento de dicha Ley es la Dirección de Defensa al Consumidor. Es competencia de esta Dirección velar por la protección y promoción de los derechos de los usuarios y consumidores, para lo cual se propone entender en aquellos reclamos relacionados con diversos incumplimientos en la oferta y contratación de bienes y/o servicios en el mercado, que transgreden lo establecido en la Ley N° 24.240 de Defensa al Consumidor y Usuario, la Ley N° 22.802 de Defensa de la Lealtad Comercial, y demás normas nacionales y provinciales que regulan y reglamentan la materia (fuente: <http://www.cba.gov.ar>).

Las funciones que desempeña la Dirección de Defensa al Consumidor son:

- Brindar asesoramiento y orientación a los consumidores bajo la reglamentación de la Ley 24.240 de Defensa del Consumidor y la Ley N° 22.802 de Defensa de la Lealtad Comercial.
- Recibir reclamos por presuntos incumplimientos a dicha Ley.
- Establecer sanciones a los infractores a las leyes provinciales y nacionales relacionadas con la materia.

---

<sup>3</sup> Apéndice G.



- Activar las acciones pertinentes por infracciones a la Ley Nacional de Lealtad Comercial y la realización de inspecciones de oficio, o por denuncia, con el objeto de controlar la normativa vigente.
- Difundir y educar sobre los derechos del consumidor.

En el Apéndice H se presentan tablas de cálculo utilizadas por la Dirección de Defensa al Consumidor, las cuales aplican en las instancias de control de cumplimiento de la Ley de Lealtad Comercial. La Dirección de Defensa al Consumidor opera en el centro de la ciudad de Córdoba (Figura 3-16).



Figura 3-16: Dirección de Defensa al Consumidor de la provincia de Córdoba.



# CAPÍTULO 4

## TRABAJO DE CAMPO Y RESULTADOS



## **4. Trabajo de campo y resultados**

### **4.1. Introducción**

La Lácteo, es una empresa que se encuentra en crecimiento y tiene entre sus metas principales abastecer productos lácteos y tener presencia en toda la provincia de Córdoba. En el último periodo de 2012 ha incrementado su nivel de producción, sobre todo por acuerdos firmados con empresas reconocidas en el ámbito; tal es el caso del convenio firmado con La Serenísima, para elaborar yogur bebible.

En este proceso de escalado y consolidación, la dirección y equipos de gestión han centrado sus esfuerzos en cumplir con los plazos de entrega, descuidando actividades industriales importantes como es la búsqueda de productividades.

Tal como fue indicado en el marco teórico, para realizar un estudio de la productividad se debe desglosar el proceso en operaciones, para luego detectar aquellas "candidatas" de ser analizadas.

En este capítulo se describen las actividades del trabajo de campo donde se aplican las herramientas presentadas en el marco teórico. Se divide el estudio en fases, comenzando por la descripción de los procesos para luego seleccionar la operación "candidata" correspondiente al producto con mayor volumen de producción mensual; luego, una vez seleccionada la operación se analiza llevando a cabo un relevamiento y registro de datos. Por último se calcula el exceso operativo para luego establecer el desempeño industrial.

### **4.2. Fase 1: Descripción de los procesos**

El objetivo de este apartado es desarrollar una descripción de los procesos para poder comprenderlos. Entender en su totalidad las operaciones que conforman un proceso es fundamental, ya que facilita un análisis crítico y objetivo a la hora de proponer ideas para la mejora.

#### **4.2.1. Crema pasteurizada**

La crema de leche es obtenida de la operación de desnatado<sup>4</sup> de la leche cruda. Luego se transporta hacia el pasteurizador de crema para su tratamiento térmico. A

---

<sup>4</sup> Ver operaciones comunes en Apéndice E.





continuación, como se aprecia en la Figura 4-1, la crema fluye al equipo desodorizador<sup>5</sup> donde se elimina cualquier aroma indeseable.

Luego, regresa nuevamente al pasteurizador para completar su proceso, enfriándose a la temperatura de envasado y ser transportada hasta un tanque pulmón. Desde allí se alimenta a la línea de envasado (Figura 4-2), donde el producto se fracciona.

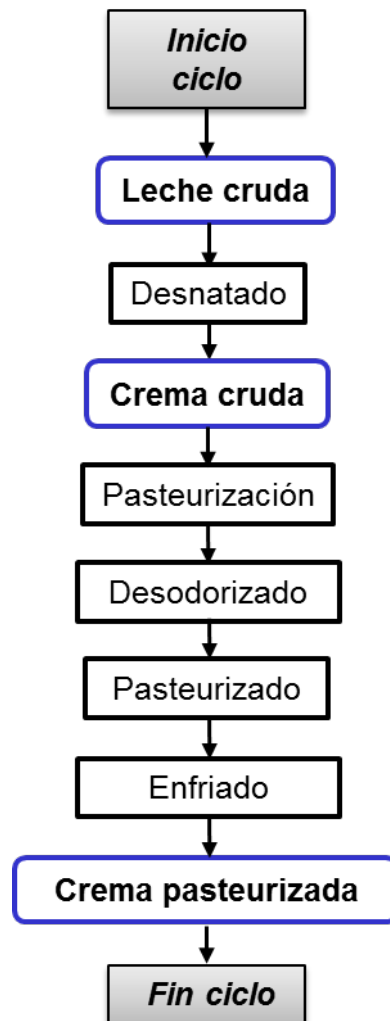


Figura 4-1: Flujograma de proceso de elaboración de crema.

<sup>5</sup> Ver operaciones comunes en Apéndice E.



Figura 4-2: Máquina envasadora de crema.

#### 4.2.2. Dulce de leche

“Con el nombre de dulce de leche se entiende el producto obtenido por concentración y acción del calor a presión normal o reducida de la leche o leche reconstituida, con o sin adición de sólidos de origen lácteo y/o crema, y adicionado de sacarosa (parcialmente sustituida o no por monosacáridos y/u otros disacáridos), con o sin adición de otras sustancias alimenticias.”<sup>6</sup> (Ley N° 18284, 2010, Capítulo VIII, Artículo N° 592).

El proceso, Figura 4-3, se inicia con leche entera que previamente ha sido estandarizada, pasteurizada y enfriada. El proceso de hidrólisis comprende la adición de una enzima que desdobra la lactosa (azúcar natural de la leche) para evitar que, al estar concentrada en el dulce final, se cristalice en forma de granos arenosos. La leche es enviada a las pailas de preparación donde se le agrega azúcar blanca, también es aquí donde se procede a la neutralización de la acidez de la leche con la adición de bicarbonato. Además se adicionan distintos ingredientes según sea el dulce a elaborar (familiar, repostero) y, luego, se agita y cuece durante aproximadamente una hora. Durante este tiempo se producen las reacciones que le van a dar al dulce el color y sabor característico. Una vez llegado al punto de

<sup>6</sup> Definición según C.A.A: Artículo N° 592.



cocción, medido con un refractómetro<sup>7</sup>, éste se vacía en los enfriadores, y se procede a envasarlo.

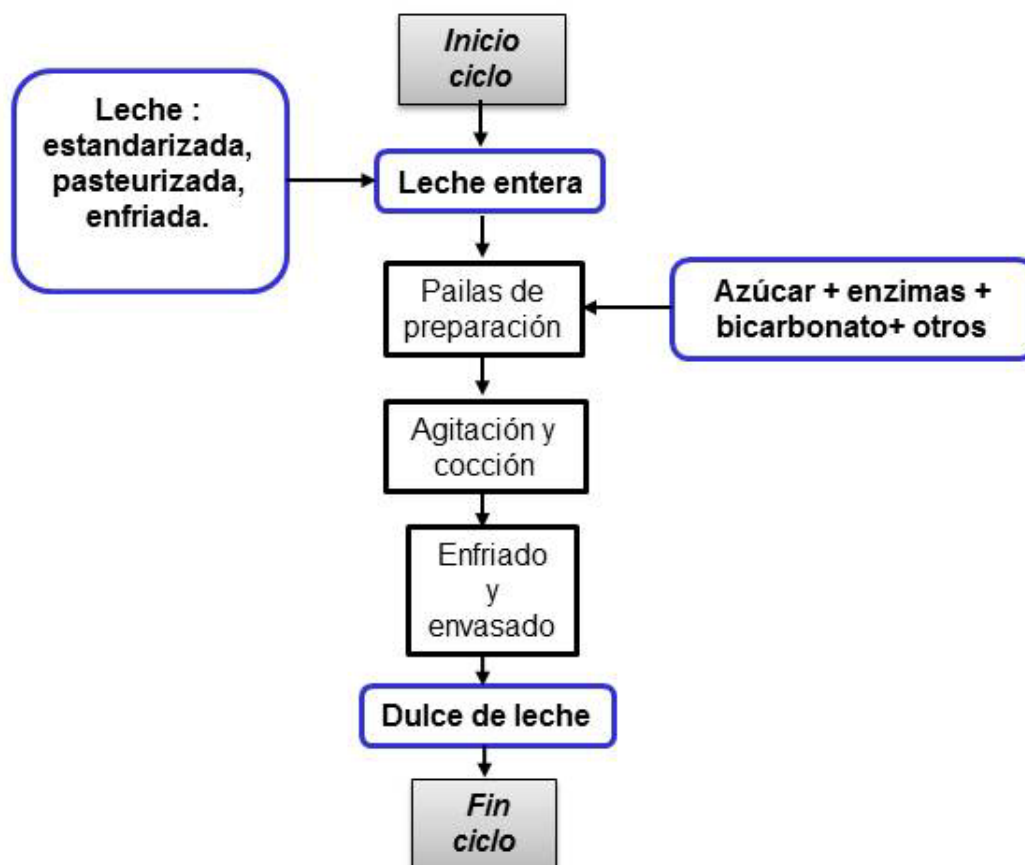


Figura 4-3: Flujograma de proceso de elaboración de dulce de leche.

### 4.2.3. Leche larga vida (U.A.T.)

La leche se pasteuriza, higieniza, estandariza su contenido graso, y se enfría entre 4-5 °C. Una vez que ha sido debidamente acondicionada, se transporta a los tanques de leche pasteurizada. Aquí se le agregan las vitaminas y el calcio, se mezcla y se envía a los tanques pulmones para alimentar los equipos esterilizadores. Primero se homogeneiza y, posteriormente, esteriliza a 140 °C durante 4 segundos. Finalmente, se enfría y envía a fraccionar (Figura 4-5). El envasado de la leche estéril se realiza en máquinas que envasan 6000 l/h y 4000 l/h.

Los envases llenos se embalan mediante una operación automatizada, a razón de 12 unidades por bandeja. El embalaje consiste en bandejas de cartón corrugado.

<sup>7</sup> Instrumento que mide la concentración de sacarosa en la mezcla.



Las bandejas completas se modulan sobre pallets y envían al Sector de Expedición, donde permanecen como mínimo 7 días en cuarentena periodo necesario para poder concluir los ensayos y otras pruebas propias del control de calidad. El flujograma del proceso se ilustra en la Figura 4-4.

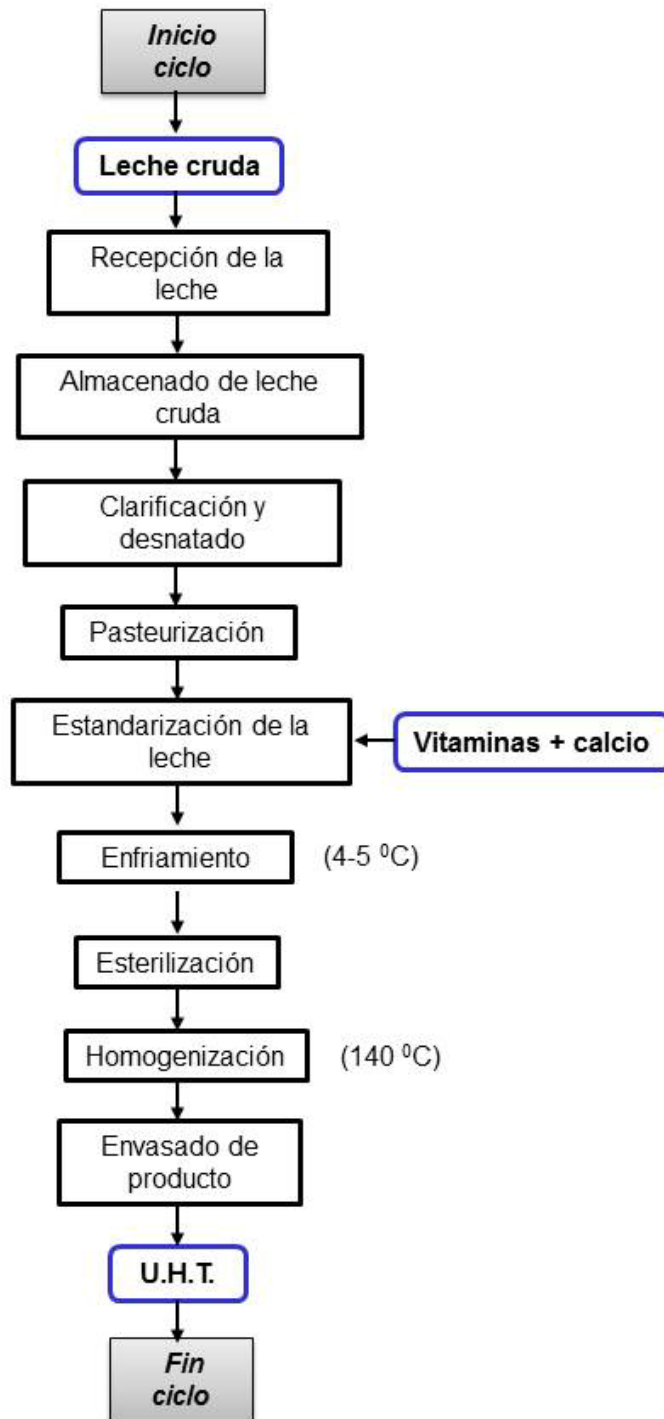


Figura 4-4: Flujograma de proceso de elaboración de leche U.A.T.



Figura 4-5: Máquina envasadora de leche U.A.T.

#### 4.2.4. Leche ultra-pasteurizada (U.P.)

El proceso de obtención de la leche ultra pasteurizada o U.P. es igual que el de la leche U.A.T. (ver Figura 4-4). La diferencia radica en el tipo de envasado final del producto, ya que es en formato de sachet.

#### 4.2.5. Postres y flanes

Para la elaboración de estos productos se utiliza leche entera seleccionada y pasteurizada. Esta leche acondicionada se envía en forma de lotes a tanques de mezcla en donde se le agregan otros componentes de la formulación, los que se integran mientras se realiza una pre-cocción a 60 °C. En el paso siguiente, como se representa en la Figura 4-6, la mezcla se homogeneiza para lograr una textura suave y equilibrada. A continuación, se envía a los tanques calefaccionados donde se termina la cocción del producto con lo que se asegura la calidad bacteriológica y se logra el punto de textura. En los mismos tanques se enfría para luego ser transportada, por gravedad, a la máquina envasadora. Sus presentaciones son en



potes plásticos cerrados por termo-sellado. Las máquinas envasadoras poseen la alternativa de dosificar el caramelo en los potes para flan.

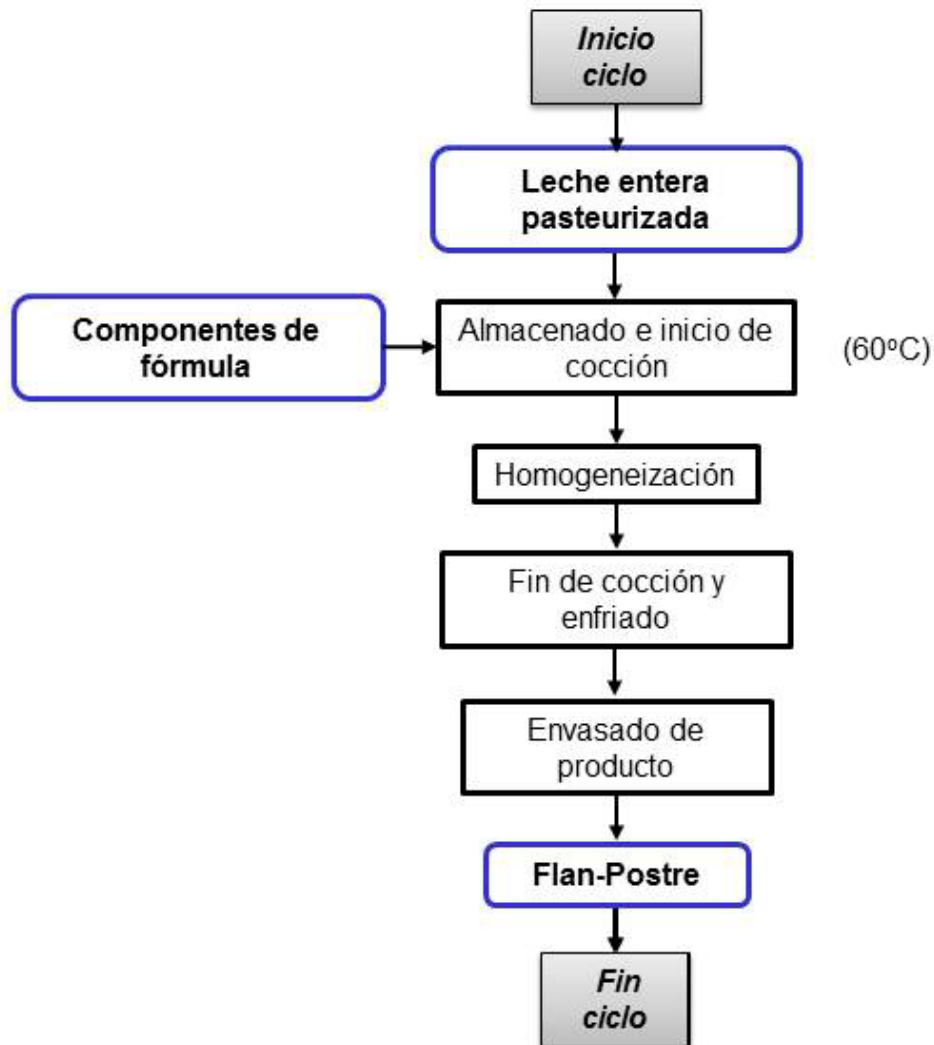


Figura 4-6: Flujograma de proceso de elaboración de postre y flan.

#### 4.2.6. Yogur

Las leches fermentadas, entre ellas el yogur, son el resultado del crecimiento de determinados microorganismos que modifican los componentes normales de la leche, provocando su coagulación y formando una masa homogénea de aspecto viscoso. Existen diferentes tipos de yogur según su consistencia:

- firmes,
- bebibles.



El proceso se inicia, como se muestra en la Figura 4-7, transportando leche proveniente de los tanques intermedios a los tanques de mezcla donde se produce el agregado de ingredientes secos. Luego, la mezcla se pasteuriza a alta temperatura y homogeneiza. A continuación, la mezcla se enfría hasta alcanzar la temperatura de siembra del fermento (43 °C). Comienza así el proceso de fermentación.

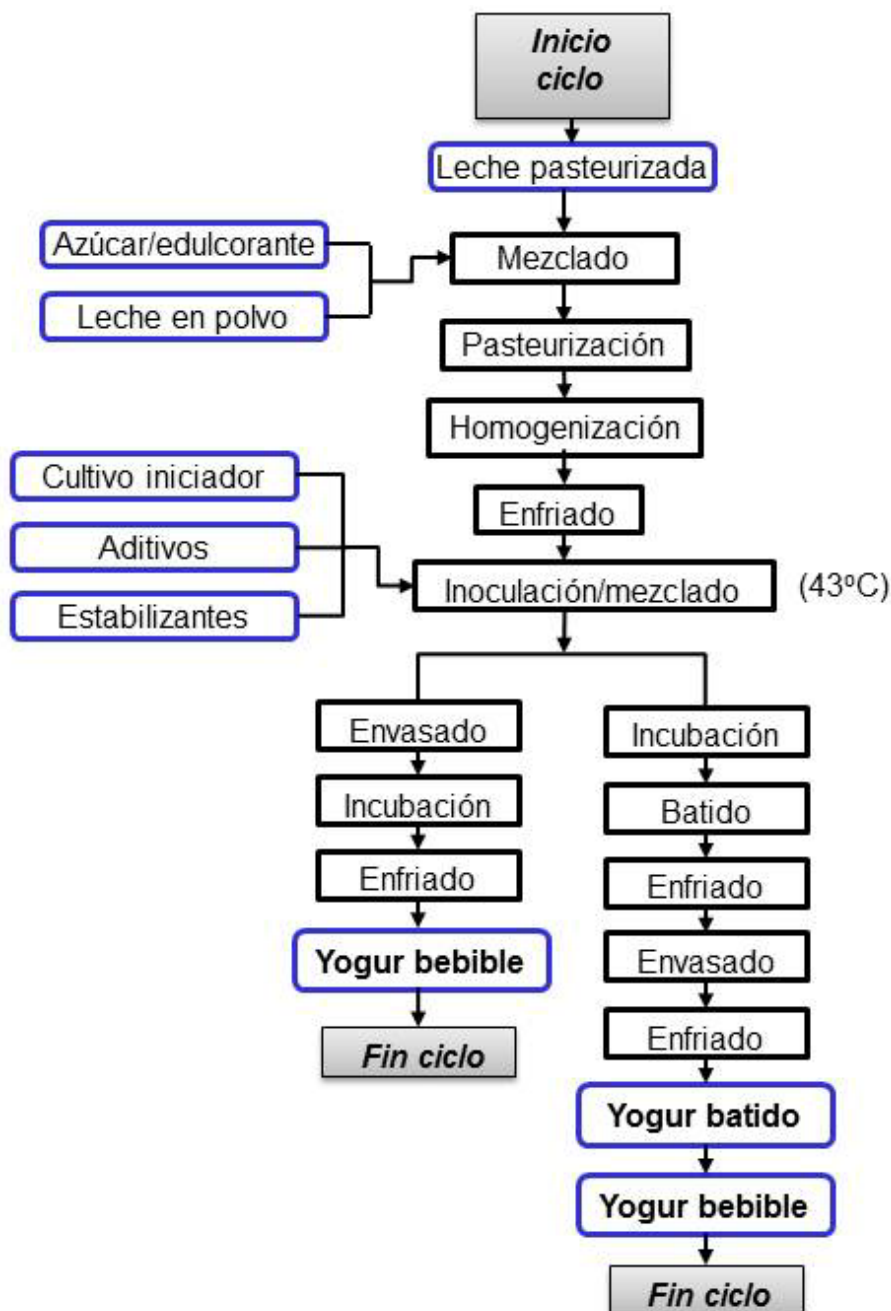


Figura 4-7: Elaboración de yogur.



Una vez que la masa ha alcanzado su punto adecuado de corte, se inicia una secuencia programada de agitación para la rotura del coágulo y alisado de la masa, para luego proceder al enfriado del yogur (Ghione, 2012).

Por último, la masa de yogur se colorea y aromatiza en línea. En el caso de frutados, la adición de frutas se realiza en forma automática directamente en la envasadora.

Para fraccionar el yogur las máquinas de envasado que se utilizan son de tipo automáticas y envasan el producto terminado para las distintas presentaciones de pots, sachets (Figura 4-8) o botellas, las que se colocan inmediatamente en cámaras frigoríficas para mantener su temperatura por debajo de los 8 °C.



Figura 4-8: Máquinas envasadoras de yogur en sachet.

#### 4.3. Fase 2: Relevamiento de datos en producción para el estudio preliminar

Esta segunda fase del proyecto consiste en trazar una estrategia para establecer el desempeño industrial. Se toma la decisión de comenzar desde la base, es decir identificar los productos con régimen de producción regular. En la tabla que sigue, Tabla 1, se detallan los productos en elaboración:





<i>Yogur en pote</i>
<i>Productos</i>
Yogur saborizado entero 125 g frutilla
Yogur saborizado entero 125 g vainilla
Yogur saborizado entero 125 g durazno
Yogur saborizado entero 125 g dulce de leche
Yogur saborizado entero 160 g frutilla
<i>Yogur en pote</i>
<i>Productos</i>
Yogur saborizado entero 160 g vainilla
Yogur saborizado entero 160 g durazno
Yogur saborizado entero 160 g dulce de leche
Yogur con fruta entero 180 g frutilla
Yogur con fruta entero 180 g vainilla
<i>Sachet yogur</i>
<i>Productos</i>
Yogur sachet entero 1 kg frutilla
Yogur sachet entero 1 kg vainilla
<i>Flan y postres</i>
<i>Productos</i>
Flan vainilla 130 g
Postrecito vainilla 110 g
Postrecito dulce de leche 110 g
<i>Dulce de leche</i>
<i>Productos</i>
Dulce de leche 250 g
Dulce de leche 400 g
Dulce de leche familiar 1 kg
<i>Leche</i>
<i>Productos</i>
Leche entera U.P. 1000 cm <sup>3</sup>
Leche descremada U.P. 1000 cm <sup>3</sup>
Leche U.A.T. entera 1000 cm <sup>3</sup>
Leche U.A.T. descremada 1000 cm <sup>3</sup>
<i>Crema</i>
<i>Productos</i>
Crema pasteurizada 200 cm <sup>3</sup>
Crema pasteurizada 380 cm <sup>3</sup>

Tabla 1: Productos en régimen de producción regular.

Se limita el trabajo a los productos con mayor volumen de producción. Los datos de la producción mensual promedio, tanto en unidades como en kilogramos de



producto, se presentan en la Tabla 2. A continuación se definen para cada producto las unidades planificadas a producir por semana:

$\bar{U}_i$ : Unidades de producto planificadas a producir por período de tiempo, en este caso corresponde a la producción mensual.

Es de utilidad destacar que el nivel de cumplimiento de los programas de producción está en el orden del 95 % (datos brindados por la Gerencia de Producción de la Empresa).

$\bar{P}_{x_i}$ : kilogramos de producto planificados a producir por período de tiempo en mayo del año 2013.

Leche		
Producto	$\bar{U}_i$ (unidades mensuales)	$\bar{P}_{x_i}$ (kg)
Leche entera U.P. (litro)	180000	185220
Leche descremada U.P. (litro)	420000	433020
Leche U.A.T. entera (litro)	1900000	1957000
Leche U.A.T. descremada (litro)	1300000	1340300
Yogur en pote		
Producto	$\bar{U}_i$ (unidades mensuales)	$\bar{P}_{x_i}$ (kg)
Yogur saborizado entero 125 g frutilla	48000	6000
Yogur saborizado entero 125 g vainilla	28800	3600
Yogur saborizado entero 125 g durazno	9600	1200
Yogur saborizado entero 160 g frutilla	60000	9600
Yogur saborizado entero 160 g vainilla	36000	5760
Yogur saborizado entero 160 g durazno	12000	1920
Yogur saborizado entero 160 g dulce de leche	12000	1920
Yogur con fruta entero 180 g frutilla	20000	3600
Yogur con fruta entero 180 g vainilla	20000	3600
Yogur en sachet		
Producto	$\bar{U}_i$ (unidades mensuales)	$\bar{P}_{x_i}$ (kg)
Yogur sachet entero 1 kg frutilla	144000	144000
Yogur sachet entero 1 kg vainilla	96000	96000
Flan		
Producto	$\bar{U}_i$ (unidades mensuales)	$\bar{P}_{x_i}$ (kg)
Flan vainilla 130 g	104000	12032,8
Caramelo 11%		1487,2
Crema		
Producto	$\bar{U}_i$ (unidades mensuales)	$\bar{P}_{x_i}$ (kg)
Crema pasteurizada 200 cm <sup>3</sup>	39600	7925
Crema pasteurizada 380 cm <sup>3</sup>	25200	9526

Tabla 2: Producción mensual planificada, en unidades y kilogramos de producto.



Dulce de leche		
Producto	$\bar{U}_i$ (unidades mensuales)	$\bar{P}_{x_i}$ (kg)
Dulce de leche 250 g	60000	15000
Dulce de leche 400 g	80000	32000
Dulce de leche familiar 1 kg	7200	7200

Tabla 2: Producción mensual planificada, en unidades y kilogramos de producto (continuación).

Tomando los datos anteriormente presentados se investiga cual es el producto con mayor nivel de producción. Se realiza así el primer filtro en el análisis quedando definida la leche U.A.T. entera en envase tetra brik® por litro, como el producto que predomina en la empresa.

Por otro lado, la información brindada por la empresa es que a la fábrica ingresan 4.000.000 litros de leche cruda mensuales promedio siendo el 80% destinado a la elaboración de leche U.A.T. entera y descremada. A su vez, del volumen total destinado a leche, el 60% se emplea para la elaboración de leche entera y el 40% restante a la de leche descremada.

#### 4.3.1. Selección de la característica de control

El paso siguiente es estudiar las distintas operaciones de la línea U.A.T. versus sus variables de control e identificar y seleccionar una variable de control para la obtención de potenciales productividades. Como primera acción se organizan reuniones con el personal del Departamento de Producción y el Jefe de Calidad de la Empresa; es comunicado el interés por parte de la Gerencia de Producción, de llevar a cabo un estudio de productividad con el objetivo de obtener mejores índices de rendimiento. Este hecho marca un hito para el comienzo de las actividades y el relevamiento de datos.

Luego de relevar el sitio y realizar un análisis de situación se establece que la variable "candidata" debe estar relacionada con la masa del producto debido a que con ella es factible calcular la productividad analizando la materia prima empleada y relacionándola con el costo de la misma. Así, con este criterio se acuerda la necesidad de medir el desempeño de la operación de dosificado, por lo que se planifica realizar un estudio preliminar del comportamiento de la envasadora de leche U.A.T. en dicha operación.

Para definir la variable característica o de control se tiene en cuenta que el peso bruto observado unitario corresponde al peso del contenido nominal<sup>8</sup> más el peso de los materiales del envase.

$Q_{Bo}$ : peso bruto observado unitario.

<sup>8</sup> Ver definiciones en Apéndice G.



$$Q_{Bo} = Q_n + \sum_i K_i$$

Donde

$\sum_i K_i$  : suma del peso del envase.

$Q_n$ : peso del contenido nominal, o peso neto declarado.

Luego, afectando a este valor por el ajuste del instrumento de medición, queda definida la variable de control como peso bruto unitario observado ajustado (ecuación (19)).

$$Q_{Bo}^* \text{ (peso bruto unitario observado ajustado)} = Q_n + \sum_i K_i + (\bar{\Omega}) \quad (19)$$

Siendo:

$\Omega$ : error del instrumento de medición (g).

El error del instrumento de medición está indicado en la Tabla 3. Este valor es suministrado por el laboratorio, en este caso de +2 gramos.

Al resultar  $Q_{Bo}^*$  la variable de interés siendo el producto contenido uno de los elementos a considerar, es relevante definir en esta fase la forma de determinar la masa usando la densidad de los distintos componentes de la leche, dado que la información que la Gerencia de Producción posee es el volumen que se procesa. Esto se realiza tanto para el producto leche entera como leche descremada. También se calcula la masa de la crema a partir de las densidades de las sustancias que la componen, con el fin de ejemplificar como proceder para cualesquiera de los productos que lo pudieran requerir. La denominación “peso neto” hace referencia a la masa del producto. Esta metodología se adopta para aplicar el mismo criterio que utiliza la Ley de Lealtad Comercial. Particularmente, el valor de  $Q_{Bo}^*$  refiere a la masa bruta unitaria observada ajustada.

#### **4.4. Fase 3: Estudio preliminar inicial del comportamiento de la envasadora de leche U.A.T. en la operación de dosificado**

En ésta nueva fase del trabajo se analiza el comportamiento de las dos envasadoras de leche TBA (Figura 4-9), utilizando herramientas estadísticas para dicho fin.

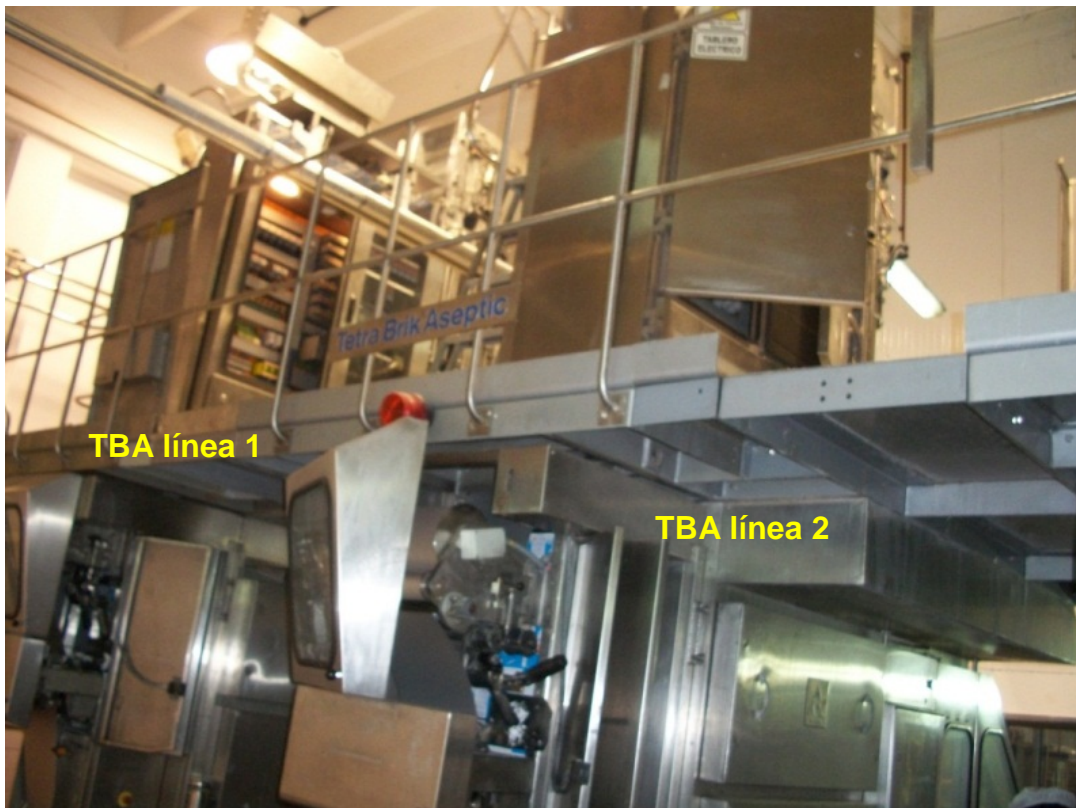


Figura 4-9: Envasadoras TBA líneas 1 y 2.

Cada envasadora TBA dispone de dos mandíbulas, como se aprecia en el esquema de la Figura 4-10, identificadas como derecha e izquierda.

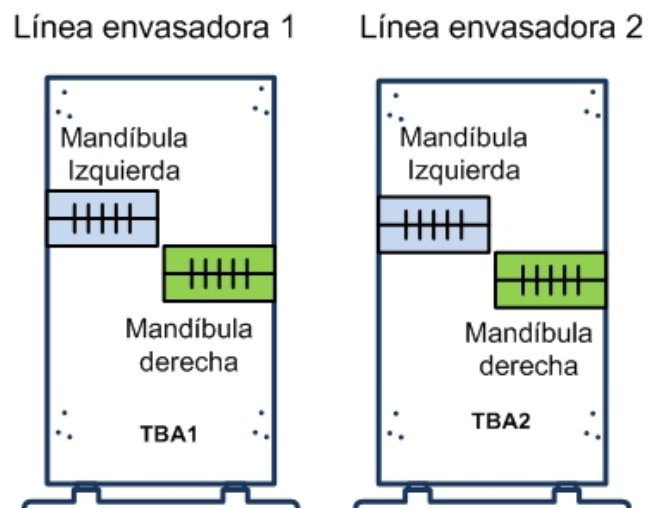


Figura 4-10: Esquema de envasadoras.



El seteo de cada una (Figura 4-13), es independiente y manual. Este se realiza por un mecanismo de engranajes cónicos (Figura 4-11), accionados por medio de un elemento situado en los laterales de la máquina (Figura 4-12).



Figura 4-11: Sistema de engranajes cónicos envasadoras TBA.

La función del elemento de accionamiento es comandar el mecanismo de engranajes para obtener el volumen de dosificado deseado en cada mandíbula.



Figura 4-12: Comando de accionamiento del sistema de seteo envasadoras TBA.

Estas características de las máquinas envasadoras proporcionan información para inferir sobre la independencia en el comportamiento de cada mandíbula y, su posterior tratamiento.

Las denominaciones “línea 1” y “línea 2” hacen referencia a las máquinas envasadoras correspondientes a sendas líneas de elaboración.



Figura 4-13: Mandíbulas derecha e izquierda en envasadora TBA.

El muestreo se realiza sobre ambas envasadoras.

En el estudio preliminar, sólo se registran datos de la mandíbula derecha en cada línea, con el objetivo de “hacer una primera lectura” del comportamiento de las dos máquinas de envasado.

Para esto, se estudia la evolución en el tiempo de la variable o característica de control  $Q_{B_0}^*$ : peso bruto unitario observado ajustado (g).

Se planifica realizar la toma de muestras para dos lotes de producción:

- Lote A: corresponde a la línea 1 (envasadora TBA, mandíbula derecha);
- Lote B: corresponde a la línea 2 (envasadora TBA, mandíbula derecha).

Se procede en la mandíbula derecha de cada envasadora a la toma de 45 muestras de 2 datos cada una; este procedimiento se aplica a los lotes A y B. Para realizar las pesadas se utilizan las balanzas del sector. Las características principales de las balanzas se detallan a continuación (Tabla 3):



Balanza	Código	Capacidad	Sensibilidad	Error ( $\Omega$ )	Sección
Ludwig	c-11	3000+/- 1g	0,1 g	+ 2 g	Envasado U.P.
mm-5000	c-13	5000+/-1g	0,1 g	+ 2 g	Envasado U.A.T.

Tabla 3: Balanzas localizadas en el Sector de Envasado.

Las muestras se identifican con la siguiente nomenclatura (Tabla 4):

Nomenclatura de U.A.T.			
Código	Muestras	Máquina	Producto
TBA1e_LA	Lote A	Envasadora línea 1 TBA	Leche U.A.T. entera
TBA2e_LB	Lote B	Envasadora línea 2 TBA	Leche U.A.T. entera

Tabla 4: Nomenclatura de las muestras.

Los datos relevados en la operación de envasado para ambas líneas que conforman las 2 muestras a estudiar se presentan a continuación, en la Tabla 5.

Producto: leche entera U.A.T.					
Mandíbula derecha					
Muestra	Línea 1	Línea 2	Muestra	Línea 1	Línea 2
	TBA1e_LA	TBA2e_LB		TBA1e_LA	TBA2e_LB
1	1083,9	1085,2	24	1088,4	1084,4
	1087,0	1084,1		1086,3	1085,2
2	1084,8	1084,9	25	1084,6	1084,1
	1085,2	1084,8		1085,8	1085,1
3	1087,7	1084,8	26	1089,0	1084,5
	1088,3	1084,5		1087,1	1083,6
4	1086,2	1084,9	27	1086,1	1084,9
	1087,2	1084,7		1088,3	1086,1
5	1084,1	1085,4	28	1087,3	1085,3
	1086,7	1083,8		1084,5	1085,1
6	1086,3	1085,5	29	1089,2	1085,1
	1086,6	1085,5		1087,3	1084,4
8	1086,1	1084,5	31	1084,9	1085,0
	1086,4	1083,6		1086,0	1084,8
9	1086,1	1084,5	32	1087,5	1084,1
	1085,6	1084,5		1086,7	1084,7
10	1086,0	1085,8	33	1085,6	1084,4
	1083,7	1085,0		1086,0	1084,9

Tabla 5: Datos correspondientes a las muestras TBA1e\_LA y TBA2e\_LB





Producto: leche entera U.A.T.					
Mandíbula derecha					
Muestra	Línea 1	Línea 2	Muestra	Línea 1	Línea 2
	TBA1e_LA	TBA2e_LB		TBA1e_LA	TBA2e_LB
11	1088,4	1085,1	34	1086,4	1085,6
	1085,7	1086,1		1086,7	1085,2
12	1087,8	1084,2	35	1084,6	1084,5
	1086,9	1085,1		1085,9	1084,4
13	1088,2	1084,8	36	1089,9	1084,3
	1085,4	1083,6		1087,1	1084,2
14	1086,6	1084,2	37	1084,4	1084,8
	1087,1	1084,1		1086,9	1083,9
15	1088,6	1084,8	38	1086,8	1085,4
	1086,2	1084,7		1084,9	1085,4
16	1086,1	1085,0	39	1085,7	1084,4
	1084,7	1085,7		1086,8	1083,6
17	1086,6	1085,7	40	1085,5	1084,4
	1086,4	1085,6		1088,2	1085,1
18	1086,1	1085,1	41	1086,0	1084,9
	1089,2	1084,4		1085,8	1084,5
19	1086,5	1084,4	42	1086,5	1085,4
	1082,4	1084,1		1087,8	1085,0
20	1088,9	1084,6	43	1086,4	1084,7
	1090,9	1085,5		1086,7	1084,9
21	1090,7	1085,0	44	1084,7	1084,8
	1085,3	1084,4		1086,4	1084,9
22	1087,8	1084,2	45	1085,8	1085,8
	1085,6	1083,9		1084,8	1084,5
23	1087,7	1084,2			
	1086,5	1085,3			

Tabla 5: Datos correspondientes a las muestras TBA1e\_LA y TBA2e\_LB (continuación).

#### 4.4.1. Desarrollo del análisis de las muestras

Una vez registrados los valores se procede a realizar el análisis estadístico utilizando como soporte el soft Statgraphics 5.1. Este análisis comprende el cálculo de estadísticos y la confección de diagramas tales como el histograma de frecuencias y el de caja-bigotes entre otros. Se analiza la normalidad de la variable para luego



estudiar la estabilidad mediante diagramas X-media y Rangos. Además se complementa el estudio con un análisis de capacidad.

#### 4.4.1.1. Análisis de la muestra TBA1e\_LA, resultados y discusiones

##### a) Resumen del procedimiento.

Se toman 45 muestras de 2 datos es decir 90 datos, los cuales pertenecen a la muestra TBA1e\_LA. Los 90 valores están comprendidos en el intervalo [1082,4 g ; 1090,9 g].

En la tabla que se presenta a continuación (Tabla 6) se resumen los estadísticos determinados, entre otra información.

Resumen estadístico para TBA1e_LA	
Cantidad de datos	90 datos
Media	1086,54 g
Varianza	2,219 g <sup>2</sup>
Desvío estándar	1,489 g
Valor mínimo	1082,4 g
Valor máximo	1090,9 g
Rango	8,5 g
Asimetría típica	1,478
Curtosis estandarizada	1,694

Tabla 6: Resumen estadístico para la muestra TBA1e\_LA.

Los valores obtenidos de asimetría típica y curtosis estandarizada permiten presumir de manera preliminar que la población proviene de una distribución normal o gaussiana, ya que los mismos se localizan en el intervalo [-2; +2].

b) Luego se confecciona un diagrama de caja, Figura 4-14 , donde se observa que la media aritmética prácticamente coincide con la mediana y que el largo de los brazos es similar. También se observan 4 datos atípicos los cuales no se excluyen del estudio. Estas características son también utilizadas como elementos para inferir sobre el comportamiento de TBA1e\_LA.



Gráfico de caja y bigotes

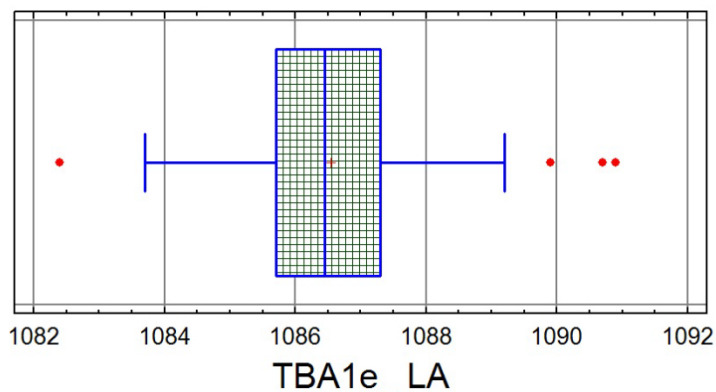


Figura 4-14: Diagrama de caja para la muestra TBA1e\_LA.

Teniendo en cuenta el valor de la curtosis estandarizada y la asimetría típica, junto con la forma que se presenta en el histograma, se selecciona la distribución normal para modelar el comportamiento de la misma.

- c) Utilizando los datos de la Tabla 5 se confecciona un histograma de frecuencias, Figura 4-15.

Histograma para TBA1e\_LA

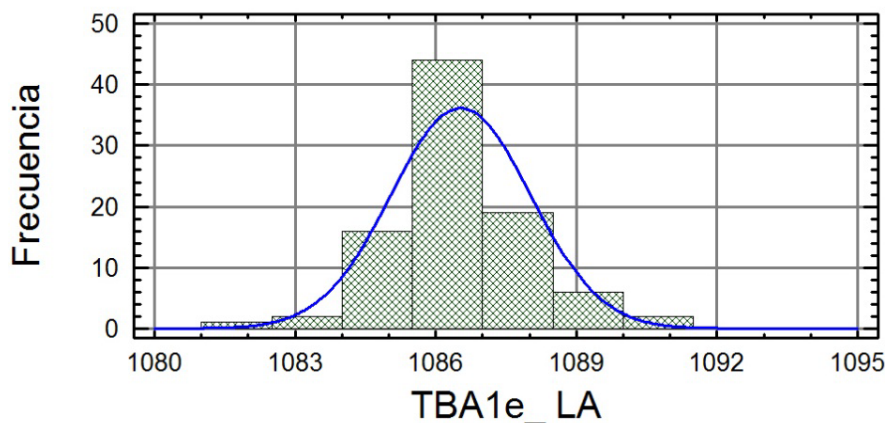


Figura 4-15: Histograma de frecuencias de la muestra TBA1e\_LA.

El diagrama anterior muestra la simetría de la distribución y da indicios que, junto a lo indicado en a), permiten suponer comportamiento normal de los datos.

- d) Con los datos de la muestra se realiza el gráfico de normalidad ( Figura 4-16).

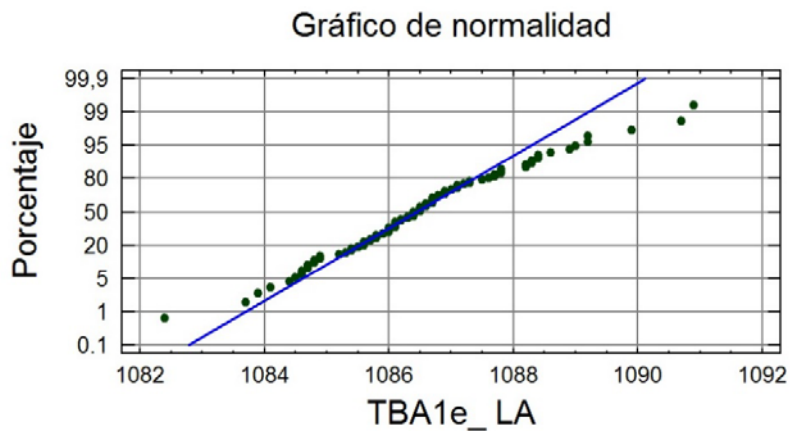


Figura 4-16: Gráfico de normalidad para la muestra TBA1e\_LA.

En el gráfico se aprecian datos que se alejan de la normalidad. En el intervalo de trabajo esto sucede a valores bajos de la distribución y, por encima de 1088 g. Por otro lado, no se presentan desviaciones sustanciales en la linealidad de la distribución de puntos, en un rango amplio de valores.

- e) Se implementan las pruebas de bondad de ajuste Chi-cuadrado (ver Tabla I- 1 Apéndice I) definiendo las siguientes hipótesis:

$H_0$ : La distribución observada se ajusta a la distribución normal.

$H_1$ : La distribución observada no se ajusta a la distribución normal.

Como para el valor de significancia  $\alpha$ :

$$\alpha = 0,05$$

el

$$p - \text{valor} = 0,15$$

$$p - \text{valor} > \alpha$$

No se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , verificándose la normalidad de los datos de la población. El mismo razonamiento se aplica para el estudio de cada muestra.

Una vez verificada la normalidad, se continúa con la investigación y el estudio de estabilidad, donde se utiliza la metodología de control estadístico de procesos (C.E.P.) para analizar el comportamiento de la variable de interés.

- f) Determinación de los intervalos de confianza para la media y la desviación estándar.

Considerando los valores de las muestras, se calculan los intervalos de confianza para TBA1e\_LA:



- Se determina el intervalo para la media con un nivel de confianza del 95%:  
 $1086,54 \pm 0,312$  [1086,22 ; 1086,85],
- Se determina el intervalo para el desvío con un nivel de confianza del 95%:  
[1,29 ; 1,74].

Tomando como referencia estos resultados se espera que, con un 95% de confianza que, la media real de TBA1e\_LA se encuentra entre 1086,22 y 1086,85, mientras que el desvío real está comprendido entre 1,29 y 1,74.

**g) Estudio de estabilidad para TBA1e\_LA.**

Para analizar la estabilidad de la envasadora se divide la muestra en subgrupos. Normalmente en la industria y para este tipo de trabajos se analizan grupos de tamaño  $n=2$  lo que determina, para este caso, 45 subgrupos de tamaño  $n=2$ .

Número de subgrupos = 45

Tamaño del subgrupo = 2

Luego se calculan los límites naturales del proceso, como se expresa en el capítulo 3, mediante las expresiones (8), (9) y (10):

UCL: + 3,0 sigma = 1089,61

Línea central = 1086,54

LCL: - 3,0 sigma = 1083,46

Estos valores obtenidos permiten graficar X-media (Figura 4-17).

Gráfico X-bar para TBA1e\_LA

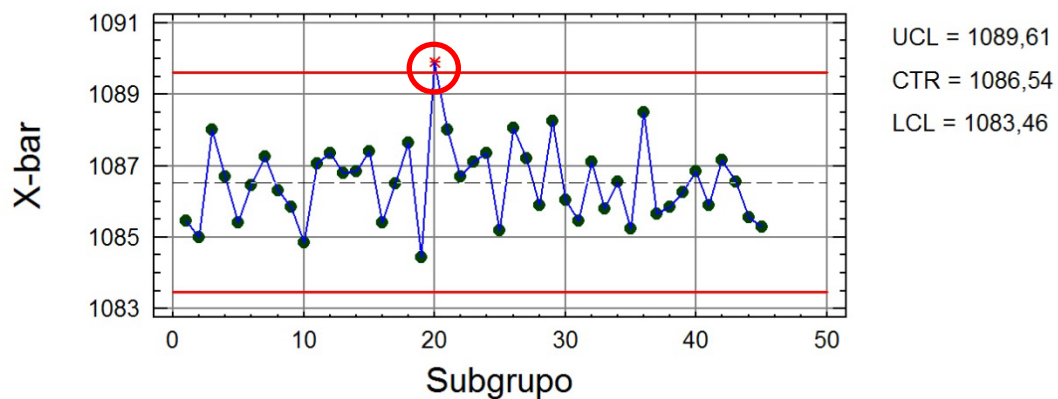


Figura 4-17: Gráfico X-media para la muestra TBA1e\_LA.



También se construye el gráfico de rangos, Figura 4-18, calculando los límites naturales a partir de las ecuaciones (11), (12) y (13):

$$UCL: + 3,0 \text{ sigma} = 5,35$$

$$\text{Línea central} = 1,64$$

$$LCL: - 3,0 \text{ sigma} = 0,0$$

Los valores de  $A_2$ ,  $D_3$  y  $D_4$  dependen del tamaño de los subgrupos y están tabulados en la tabla A del Apéndice C. Esta aclaración es extensiva para todos los casos de este trabajo donde se determinan los límites naturales del proceso.

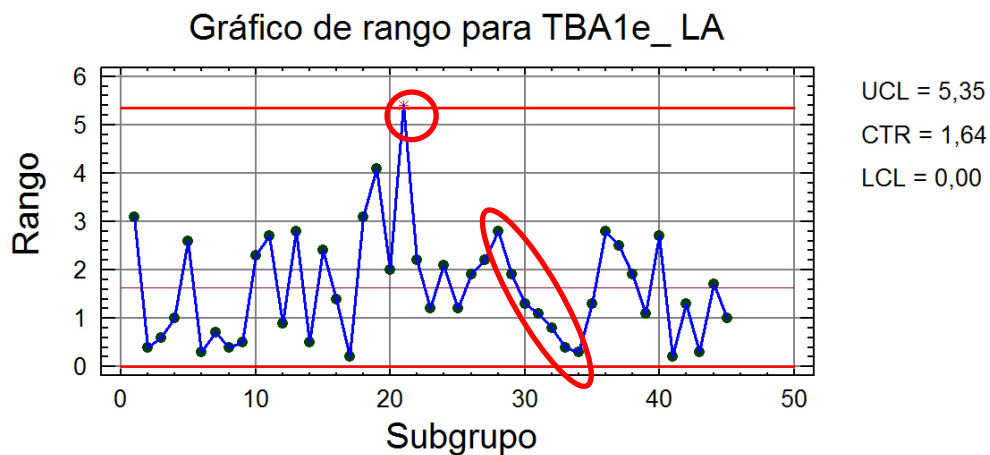


Figura 4-18: Gráfico de rangos para TBA1e\_LA.

El análisis de los gráficos X-media y rango colabora en la identificación de señales de inestabilidad (S.I.) que pudieran estar presentes. En ese caso se requieren estudios complementarios para identificar las causas especiales.

En la Figura 4-18 se observa una señal de inestabilidad en el gráfico de X-media que se corresponde con un punto fuera del límite superior de control, mientras que en el gráfico de rangos se identifican dos S.I., un punto fuera del límite de control superior y una tendencia descendente de 7 puntos consecutivos.

A pesar de la presencia de señales de inestabilidad, se continúa con el análisis bajo los siguientes conceptos:

- La media del proceso se encuentra a una distancia significativa respecto al límite de especificación inferior.
- Se está evaluando un proceso de una sola especificación cuya restricción es impuesta por el límite de especificación inferior.



- La presencia de señales de inestabilidad responde a la existencia de causas especiales. La investigación de estas fallas en el funcionamiento de los equipos envasadores excede el alcance de este Proyecto Integrador.

Estos conceptos se harán extensivos a otros análisis de datos de este proyecto que presenten comportamientos con estas características.

#### h) Realización del análisis de capacidad.

El siguiente paso es completar el análisis del estado del proceso que comprende, además del estudio de estabilidad, un análisis de capacidad. Cabe aclarar que aunque el proceso presente señales de inestabilidad, de todas formas se calculan los valores de capacidad en carácter de estimativos.

En este caso, la variable de interés presenta sólo un límite de especificación, el inferior, por lo que el cálculo del coeficiente de capacidad debe hacerse utilizando la ecuación (20):

$$C_{pk} = \frac{\overline{Q_{Bo}^*} - EI}{3\sigma} \quad (20)$$

$C_{pk}$  es un índice de capacidad unilateral, que en el caso de una distribución normal divide la distancia desde la media hasta el límite de especificación más próximo por 3 veces el desvío.

El límite de especificación inferior del proceso se obtiene calculando el promedio mínimo que impone la Ley de Lealtad Comercial. Este se determina aplicando la ecuación (21) tal como se procede a continuación:

Criterio para el promedio:

$$\bar{X}_{\min} \geq Q_n - (k \cdot S) \quad (21)$$

Donde

$\bar{X}_{\min}$ : valor promedio mínimo que debe tener de la muestra.

$Q_n$ : contenido nominal del producto.

$S$ : desviación estándar muestral.

$k$ : factor que depende del tamaño de la muestra.

El valor de  $k$  (Apéndice G, tabla II) depende del tamaño de la muestra, el cual a su vez está en función del tamaño del lote. Para el caso analizado:

$$k = 0,295$$



Se adopta como tamaño del lote a la cantidad de unidades que se envasan por hora, que en este caso es 6000 u/h.

Se define como valor del contenido nominal del producto en la ecuación (22), al valor  $Q_{B0}$ .

$$Q_{B0} = Q_n + \sum_i K_i = 1059,52 \text{ g} \quad (22)$$

Se calcula el valor promedio mínimo y se adopta como el inferior de especificación.

Para la mandíbula derecha de la envasadora correspondiente a la línea 1 se obtiene:

$$\bar{X}_{\min} = Q_n - (k \cdot S)$$

$$\bar{X}_{\min} = 1058,08 \text{ g}$$

Luego se obtiene el  $C_{pk}$  y el índice de localización K para la muestra TBA1e\_LA.

$$C_{pk} = 6,37$$

$$K = 18,76$$

En este caso,  $C_{pk}$  es igual a 6,37, lo que es equivalente a decir que la operación cumple con la especificación de la variable de calidad y se tiene una capacidad satisfactoria. Para un  $C_{pk}$  de 6,37, ningún producto se encuentra por debajo de las especificaciones. Además, se tiene una calidad de más de 6 sigmas lo que implica tener asociadas potenciales oportunidades de mejora en la productividad.

Se realiza el diagrama de capacidad, Figura 4-19, para la muestra donde se indican en color rojo: límite de especificación inferior y valor nominal (objetivo). Además se observa el comportamiento gaussiano de la población. Por otro lado se obtiene K, que es igual a la media menos el valor nominal, dividido por un medio de la distancia entre las especificaciones. Dado que solo se presenta un límite de especificación, el valor de K, que es igual a 18,76, brinda una noción del desplazamiento de la media.



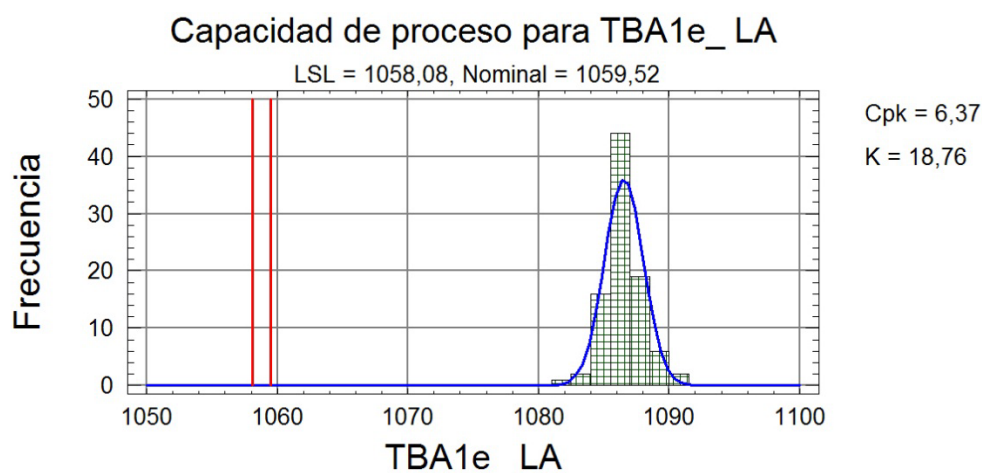


Figura 4-19: Diagrama de capacidad para la muestra TBA1e\_LA.

#### 4.4.1.2. Análisis de la muestra TBA2e\_LB, resultados y discusiones

La muestra correspondiente a la envasadora de la línea 2, mandíbula derecha, se analiza con un procedimiento equivalente al utilizado para TBA1e\_LA.

##### a) Resumen del procedimiento.

Se toman 45 muestras de 2 datos es decir 90 datos, los cuales pertenecen a la muestra TBA2e\_LB. Los 90 valores están comprendidos en el intervalo [1083,6 g ; 1086,1 g]. En la tabla que se presenta a continuación (Tabla 7), se resumen los estadísticos determinados, entre otra información.

Resumen estadístico para TBA2e_LB	
Cantidad de datos	90 datos
Media	1084,77 g
Varianza	0,33 g <sup>2</sup>
Desvío estándar	0,57 g
Valor mínimo	1083,6 g
Valor máximo	1086,1 g
Rango	2,5 g
Asimetría típica	0,23
Curtosis estandarizada	-0,68

Tabla 7: Resumen estadístico para la muestra TBA2e\_LB.



Los valores obtenidos de asimetría típica y curtosis estandarizada permiten pensar que la población proviene de una distribución gaussiana ya que los mismos se localizan dentro del intervalo  $[-2; +2]$ .

- a) Se confecciona un diagrama de caja, Figura 4-20, donde se observa que la media aritmética prácticamente coincide con la mediana y que el largo de los brazos es similar. Además se puede apreciar la ausencia de datos atípicos. Estas características son también utilizadas como elementos para inferir sobre el comportamiento de TBA2e\_LB.

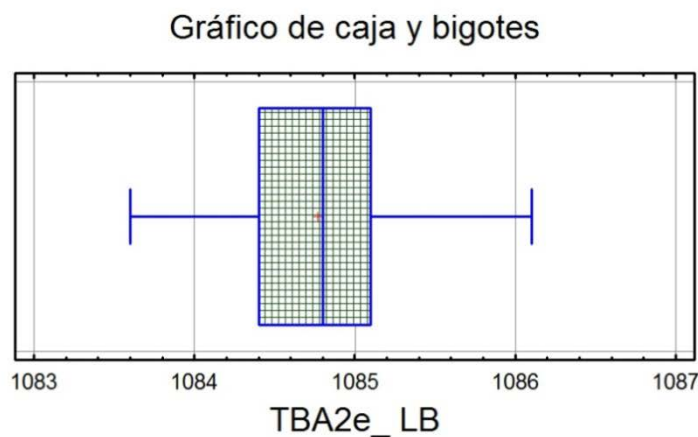


Figura 4-20: Diagrama de caja la muestra TBA2e\_LB.

Teniendo en cuenta el comportamiento de la curtosis estandarizada y asimetría típica de la variable analizada, junto con la forma que presenta en el histograma, se selecciona la distribución normal para modelar el comportamiento de la misma.

- b) Utilizando los datos anteriores se confecciona un histograma de frecuencias, Figura 4-21.

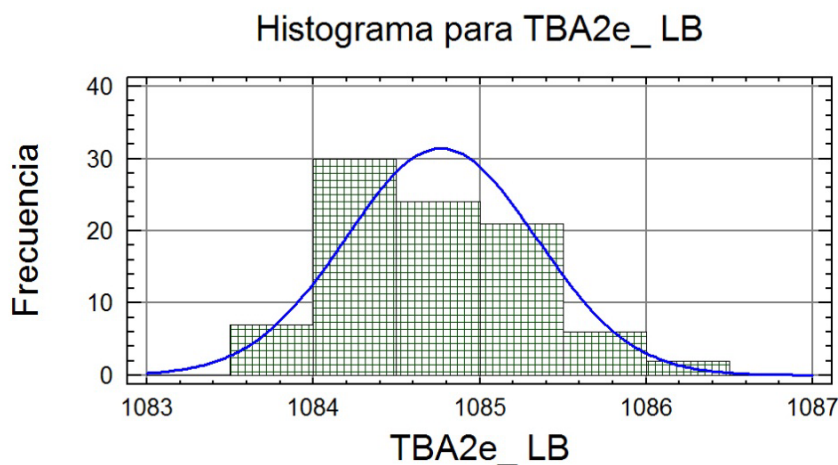


Figura 4-21: Histograma de frecuencias para la muestra TBA2e\_LB.



El diagrama anterior muestra la simetría de la distribución y da indicios que hacen suponer normalidad de los datos.

c) Con los datos de la muestra se realiza el gráfico de normalidad (Figura 4-22).

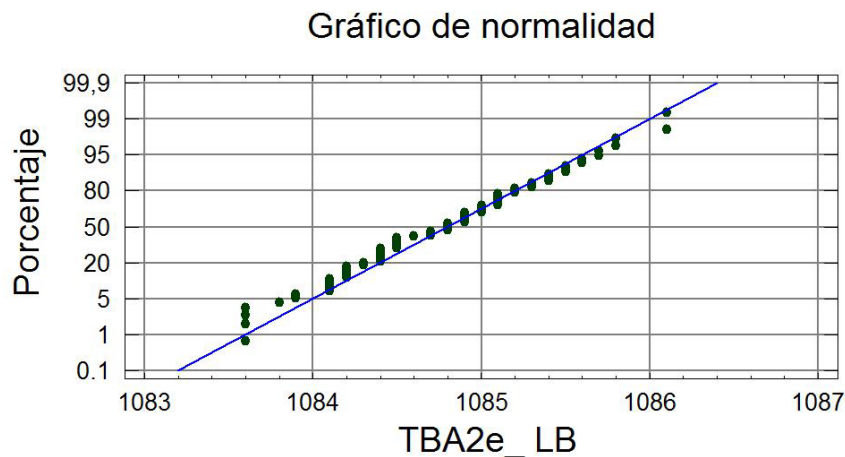


Figura 4-22: Gráfico de normalidad para la muestra TBA2e\_LB.

Como no hay desviaciones sustanciales en la linealidad de la distribución de puntos, la población responde a una distribución normal; lo que se ve reflejado en el análisis que sigue.

d) Se implementan las pruebas de bondad de ajuste Chi-cuadrado (ver Tabla I-2, Apéndice I) definiendo las siguientes hipótesis:

$H_0$ : La distribución observada se ajusta a la distribución normal.

$H_1$ : La distribución observada no se ajusta a la distribución normal.

Como para el valor de significancia  $\alpha$  :

$$\alpha = 0,05$$

el

$$p - \text{valor} = 0,13$$

$$p - \text{valor} > \alpha$$

No se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , verificándose la normalidad de la población estudiada.

Al verificar la normalidad, se continúa con la investigación y estudio de la estabilidad, donde se utiliza la metodología de Control Estadístico de Procesos (C.E.P.) para analizar el comportamiento de la variable bajo estudio.



e) Determinación de los intervalos de confianza para la media y la desviación estándar.

Luego se obtienen los intervalos de confianza considerando 95% para TBA2e\_LB:

- El intervalo de confianza para la media:  $1084,77 \pm 0,119674$  [1084,65 ; 1084,89];
- El intervalo de confianza para el desvío: [0,498 ; 0,669].

Se espera que, con un 95% de confianza, la media real de TBA2e\_LB se encuentre entre 1084,65 y 1084,89, mientras que el desvío real está comprendido entre 0,498 y 0,669.

f) Estudio de estabilidad de la muestra TBA2e\_LB.

Para analizar la estabilidad de la envasadora se divide la muestra en 45 subgrupos de tamaño  $n=2$ .

Número de subgrupos = 45

Tamaño del Subgrupo = 2

Se calculan los límites naturales del proceso;

UCL: + 3,0 sigma = 1085,87

Línea central = 1084,77

LCL: - 3,0 sigma = 1083,67

Estos valores obtenidos permiten graficar X-media (Figura 4-23).

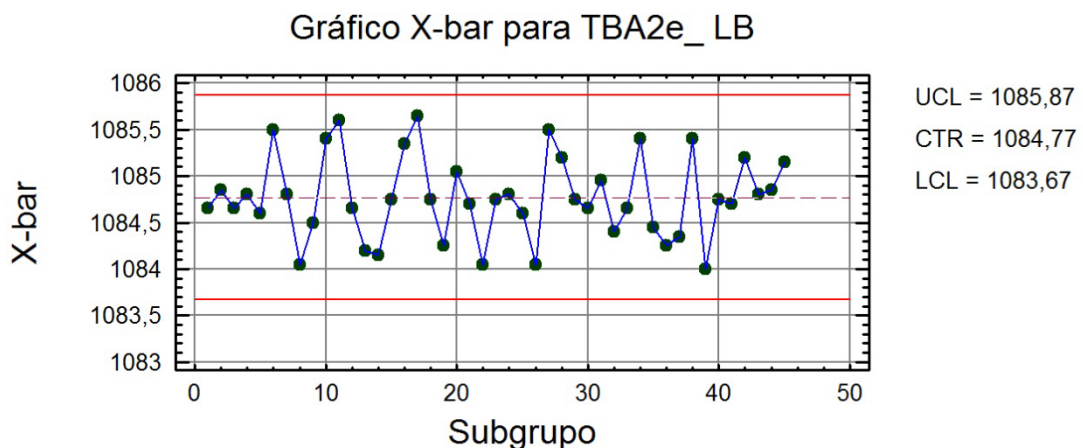


Figura 4-23: Gráfico X-media para TBA2e\_LB.



Para realizar el gráfico de rangos, Figura 4-24, se calculan los límites naturales:

$$UCL: + 3,0 \text{ sigma} = 1,91$$

$$\text{Línea central} = 0,58$$

$$LCL: - 3,0 \text{ sigma} = 0,0$$

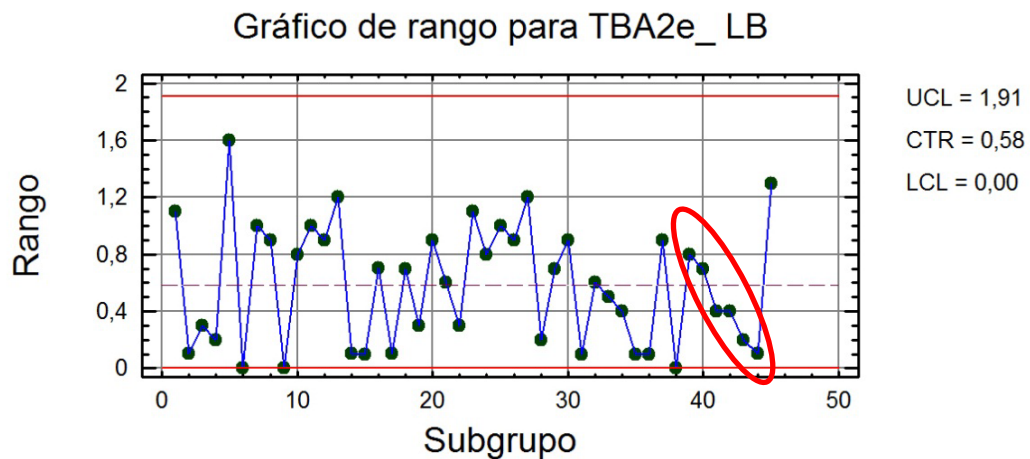


Figura 4-24: Gráfico de rangos para TBA2e\_LB.

No se observan señales de inestabilidad en el gráfico de X-media. En el gráfico de Rangos se observa una tendencia marcada de 6 puntos consecutivos con tendencia descendente (ver lo indicado en sección 4.4.1.1 g) relativo a señales de inestabilidad).

- g)** Al no tener puntos por debajo del límite inferior natural, como señales de inestabilidad, se procede a realizar el análisis de capacidad.

Para obtener  $C_{pk}$  primero se calcula el límite de especificación inferior del proceso, el cual se obtiene calculando el valor promedio mínimo que impone la Ley de Lealtad Comercial. El detalle del cálculo está indicado en el análisis de la muestra TBA1e\_LA.

Por lo tanto para la envasadora de la línea 2 (mandíbula derecha) se obtiene:

$$\bar{X}_{\min} = 1059,35 \text{ g} = EI$$

Obteniendo de esta manera el  $C_{pk}$  y el índice de localización para los datos de la muestra TBA2e\_LB.

$$C_{pk} = 14,83$$

$$K = 148,52$$



En este caso,  $C_{pk}$  es igual a 14,83, lo que es equivalente a decir que la operación cumple con la especificación de la variable de calidad y se tiene una capacidad satisfactoria. Para un  $C_{pk}$  de 14,83, ningún producto se encuentra por debajo de las especificaciones. Además, se tiene una calidad de más de 6 sigmas lo que implica tener asociadas potenciales oportunidades de mejora en la productividad.

Se realiza el diagrama de capacidad, Figura 4-25, para la muestra donde se indican, en color rojo, el límite de especificación inferior y el valor nominal (objetivo). Además se observa el comportamiento gaussiano de la población. Por otro lado se obtiene K, que es igual a 148,516.

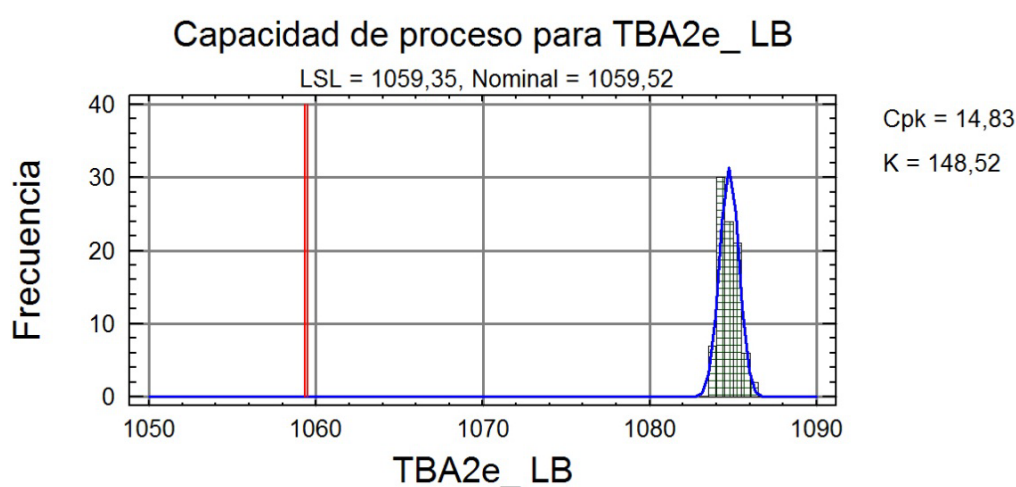


Figura 4-25: Diagrama de capacidad muestras TBA2e\_ LB.

A continuación se presenta un cuadro a manera de síntesis del análisis del comportamiento de ambas máquinas envasadoras; se comparan ambas líneas, y su respectiva mandíbula derecha en la Tabla 8, a continuación.

Envasadoras de leche U.A.T. entera (ref. mandíbula derecha)		
Parámetro	TBA8 línea 1	TBA8 línea 2
Media	1086,54 g	1084,77 g
Desvío estándar (s)	1,49 g	0,57 g
Rango	8,50 g	2,50 g
Asimetría estandarizada	1,48	0,23
Curtosis estandarizada	1,69	- 0,69
Señales inestabilidad (X- media)	• 1 punto sobre el límite de control natural superior.	-

Tabla 8: Resumen parámetros para las mandíbulas derechas de las líneas 1 y 2.



Envasadoras de leche U.A.T. entera (ref. mandíbula derecha)		
Parámetro	TBA8 línea 1	TBA8 línea 2
Señales inestabilidad (Rango)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 pto sobre el límite de control natural superior;</li> <li>• Tendencia descendente de 7 ptos consecutivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendencia descendente en 6 ptos consecutivos.</li> </ul>
$C_{pk}$	6,37	14,83
k (Ley Lealtad Comercial)	0,295	0,295
Valor nominal bruto	1059,52	1059,52
Valor límite inferior bruto (impuesto por la Ley Lealtad Comercial)	1058,08	1059,35
Estado del proceso	Inestable y capaz	Inestable y capaz

Tabla 8: Resumen parámetros para las mandíbulas derechas de las líneas 1 y 2 (continuación).

En base a lo indicado en el capítulo 3, se cuenta con un proceso tipo B para ambas envasadoras (ver Tabla 9).

<b>Estados del proceso</b>	<b>Estable</b>	<b>Inestable</b>
Capaz	A Estable y capaz	B <b>Capaz - inestable</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 3px;">Línea 1</div> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 3px;">Línea 2</div> </div>
Incapaz	C Estable pero incapaz	D Incapaz e inestable

Tabla 9: Clasificación del proceso considerando capacidad y estabilidad para ambas envasadoras.

#### 4.5. Fase 4: Cálculo del exceso operativo fundamentado en el uso de la Ley Nº 22.802 de Lealtad Comercial- Propuestas de mejora

En simultáneo a las actividades de estudio preliminar, dentro de la empresa se realizan reuniones con la Dirección de Defensa del Consumidor, donde se investiga el alcance de sus acciones y las funciones que desempeñan sus integrantes, como así también las metodologías que utilizan para corroborar el cumplimiento de la Ley de Lealtad Comercial por parte de los productores.

Tanto las entrevistas con los funcionarios de la Dirección de Defensa del Consumidor, profesionales del medio como el análisis de lo especificado en el Anexo



1, Artículo 2.13 de la Ley de Lealtad Comercial y los resultados del estudio preliminar genera la posibilidad de determinar el exceso operativo unitario. Este último es una variable relevante para este proyecto ya que representa la cantidad de producto en peso o volumen, por unidad producida, que se entrega al cliente y no se factura. Para referir a la misma se emplea el símbolo  $\beta$ .

A continuación se describe la forma de calcular el exceso operativo por unidad de producto.

Un primer cálculo es determinar el peso promedio del envase. Como el peso del envase es inferior a 5% del contenido nominal, se toma una muestra de 25 envases en la línea de producción para determinar el peso promedio. Luego se calcula el valor promedio "puro" despreciando la desviación estándar resultante (Ley N° 22.802, 1983) obteniendo el resultado indicado en la Tabla 10:

Cartón	
Producto	Peso (g)
U.A.T.	28,52

Tabla 10: Peso promedio del envase determinado con 25 muestras.

A los fines de reposicionar la media para la obtención de productividades, se selecciona como valor a obtener del índice de capacidad de 4, de manera de evitar poner en riesgo el cumplimiento de la Ley de Lealtad Comercial al elegir un adecuado nivel de capacidad.

$$C_{pk} = \frac{\overline{Q}_B^* - EI}{3\sigma} = 4$$

$$\overline{Q}_B^* = (4 \times 3\sigma) + EI$$

Se obtienen, del análisis anterior, los límites inferiores de especificación para cada línea:

Para la línea 1 (mandíbula derecha) se tiene:

$$\overline{X}_{\min} = 1058,08 \text{ g} = EI$$

Mientras que para la línea 2 (mandíbula derecha) el valor es de:

$$\overline{X}_{\min} = 1059,35 \text{ g} = EI$$

Se calcula mediante la ecuación (23) la nueva media de dosificado para las mandíbulas derechas de cada línea:

$$\overline{Q}_B^* = (4 \times 3\sigma) + [Q_n - (k \cdot S)] \quad (23)$$





Reemplazando en la expresión anterior los valores de las mandíbulas derechas de ambas líneas el nuevo valor de la media.

En la línea 1 el valor de la nueva media es de:

$$\overline{Q_{B1}}^* = (4 \times 1,49 \text{ g} \times 3) + 1058,08 \text{ g}$$

$$\overline{Q_{B1}}^* = 1075,96 \text{ g}$$

Procediendo de manera equivalente, para la línea 2 se obtiene un valor de:

$$\overline{Q_{B2}}^* = (4 \times 0,57 \text{ g} \times 3) + 1059,35 \text{ g}$$

$$\overline{Q_{B2}}^* = 1066,19 \text{ g}$$

De ésta manera  $\overline{Q_B}^*$  es ahora la media del proceso desplazada; la que debiera garantizar un coeficiente de capacidad de 4. A este valor se le resta el peso del envase para obtener el excedente operativo por unidad de producto.

Para la línea 1,  $\beta$  se calcula con:

$$\beta = \overline{Q_{B0}}^* - \overline{Q_B}^*$$

$$\beta = 1086,54 \text{ g} - 1075,96 \text{ g}$$

$$\beta = 10,58 \text{ g}$$

Mientras que para la línea 2 es:

$$\beta = 1084,76 \text{ g} - 1066,19 \text{ g}$$

$$\beta = 18,57 \text{ g}$$

Por otro lado, como parte del estudio preliminar, se asume que tanto la mandíbula derecha como izquierda en ambas envasadoras tienen el mismo comportamiento y, que cada una envasa el 50% de la producción. Considerando esto y, el exceso operativo por unidad producida, se procede a calcular el exceso operativo mensual en kilogramos empleando la ecuación (24):

$$\text{Exceso operativo} = \beta \times \overline{U}_i \quad (24)$$

Si

$$\overline{U}_i = \frac{1900000}{2} = \text{litros envasados por mes por cada máquina}$$



En la línea 1 se presenta la siguiente situación:

$$\text{Exceso operativo 1} = 10,58 \text{ g} \times \frac{1900000}{2} \frac{1}{\text{mes}} \times 1,03 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}$$

$$\text{Exceso operativo 1} = 10352,53 \frac{\text{kg}}{\text{mes}} = 10,35 \frac{\text{tn}}{\text{mes}}$$

De manera equivalente se tiene que para la línea 2:

$$\text{Exceso operativo 2} = 18,57 \text{ g} \times \frac{1900000}{2} \frac{1}{\text{mes}} \times 1,03 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}$$

$$\text{Exceso operativo 2} = 18170,74 \frac{\text{kg}}{\text{mes}} = 18,17 \frac{\text{tn}}{\text{mes}}$$

La suma de los dos valores obtenidos da el valor total mensual en kilogramos o toneladas en que se podría ver reducido el consumo de leche:

$$\text{Exceso operativo total (línea 1 + línea 2)} = 28523,27 \frac{\text{kg}}{\text{mes}} = 28,52 \frac{\text{tn}}{\text{mes}}$$

Luego se calcula el monto que la empresa pierde de facturar, el cual está asociado al exceso operativo de producto. Este se obtiene mediante la ecuación (25):

$$M_{ei} = \text{Exceso operativo total} \times C_{u_i} \quad (25)$$

Dónde:

$M_{ei}$ : pérdida económica mensual asociada al exceso operativo.

$C_{u_i}$  : precio del insumo por kilogramo de producto.

Considerando la producción mensual promedio  $\overline{P_{x_1}}$  de leche entera en kilogramos tal lo indicado en la Tabla 11 (ref. Tabla 2 del capítulo 4).

Leche entera (mensual)		
Producto	$\overline{U}_i$ (unidades)	$\overline{P_{x_i}}$ (kg)
Leche U.A.T. entera (litro)	1900000	1957000

Tabla 11: Producción mensual promedio.

$\overline{U}_i$ : Unidades de producto planificadas a producir por unidad de tiempo.

$\overline{P_{x_i}}$ : Kilogramos de producto promedio producidos por unidad de tiempo.



Con los costos asociados al producto, los cuáles se determinan mediante la fórmula del producto y los precios unitarios relacionados a la materia prima y cada uno de los insumos; se calcula el precio total de insumo por kilogramo de producto (ver Tabla 12).

Leche entera				
Materia prima e insumos	Unidad	Precio unitario <sup>#</sup> (\$)	Consumo por unidad producida	Precio insumo/kg producto (\$)
Leche entera (3% MG)	litro	2,811	1 litro	2,811
Vitamina A + D3	kg	106	$1,88 \times 10^{-5}$ kg	0,002
Aromatizante	kg	45	$2,22 \times 10^{-5}$ kg	0,001
Concentrado lácteo	kg	95	$8,63 \times 10^{-4}$ kg	0,082
Total \$:				\$ 2,9

Tabla 12: Fórmula del producto y su precio unitario asociado.

<sup>#</sup>Los precios usados están referenciados a mayo de 2014.

Finalmente, la suma mensual en pesos que la empresa pierde de facturar ( $M_{ei}$ ) debido al exceso operativo en el producto contenido es:

$$M_{ei} = \left[ 10352,53 \frac{\text{kg}}{\text{mes}} \times 2,9 \frac{\$}{\text{kg}} \right] + \left[ 18170,74 \frac{\text{kg}}{\text{mes}} \times 2,9 \frac{\$}{\text{kg}} \right]$$

$$M_{ei} = 30022,337 \text{ \$/mes} + 52695,15 \text{ \$/mes}$$

$$M_{ei} = 82717,48 \text{ \$/mes}$$

En el estudio preliminar que se realizará para verificar el cambio propuesto serán integradas las dos mandíbulas de cada una de las máquinas –derecha e izquierda-, ya que el estudio descrito en este capítulo alcanza sólo la mandíbula derecha asumiendo como criterio inicial igual comportamiento para ambas mandíbulas.

#### 4.6. Fase 5: Medición de la productividad sobre las máquinas TBA8 en el envasado de leche entera

##### 4.6.1. Introducción

En ésta instancia de la investigación la productividad es medida sobre las mandíbulas estudiadas, es decir la mandíbula derecha de cada envasadora. Así



como se detalla en el marco teórico, la productividad mono factor es un índice de rendimiento que tiene en cuenta un solo componente. En este Proyecto Integrador se calcula este ratio utilizando el producto leche (materia prima) y sus agregados o insumos.

La productividad económica se calcula según ecuación (18):

$$\text{Productividad económica} = \frac{J_i}{C_{u_i} \times J_r} = \left[ \frac{\text{kg}}{\$} \right]$$

donde

$J_i$  : kilogramos de producto envasado (ideales).

$J_r$ : kilogramos de producto envasado (reales).

Por otro lado, si se tiene en cuenta que

$$J_r = \text{kilogramos de producto envasado (ideales)} \\ \pm [\text{exceso operativo unitario} \times \text{volumen de producción}]$$

y

$C_{u_i}$ : precio del insumo por kilogramo de producto.

Luego la productividad económica en unidades resulta expresada en  $\left[ \frac{\text{kg}}{\$} \right]$ .

#### 4.6.2. Productividad de las envasadoras TBA8

Ahora, se determina el índice de productividad económica considerando lo expresado en 4.3.1 y las determinaciones realizadas en 4.6 (ref. volumen promedio mensual envasado por las máquinas TBA8, cálculos de costos, entre otros). Para la línea 1 los kilogramos ideales de producto envasado son de:

$$J_i = Q_n \times \bar{U}_i = 1030 \text{ g} \times 950000 \text{ u}$$

$$J_i = 978500 \text{ kg}$$

Luego, con el exceso operativo se determinan los kilogramos reales de producto envasado, se obtiene:

$$\text{Exceso operativo} = 10,58 \text{ g} \times \bar{U}_i = 10051 \text{ kg};$$



Obteniendo así el índice de productividad económica en kg/\$.

$$\text{Productividad económica} = \frac{978500 \text{ kg}}{(978500 \text{ kg} + 10051 \text{ kg}) \times 2,9 \text{ \$/kg}}$$

$$\text{Productividad económica} = 0,341 \frac{\text{kg}}{\$}$$

Para la obtención de la productividad mensual en la línea 2, se procede de manera similar:

$$J_i = Q_n \times \bar{U}_i = 1030 \text{ g} \times 950000 \text{ u}$$

$$J_i = 978500 \text{ kg}$$

$$\text{Exceso operativo} = 18,57 \text{ g} \times \bar{U}_i = 17641,5 \text{ kg};$$

$$\text{Productividad económica} = \frac{978500 \text{ kg}}{(978500 \text{ kg} + 17641,5 \text{ kg}) \times 2,9 \text{ \$/kg}}$$

$$\text{Productividad económica} = 0,338 \frac{\text{kg}}{\$}$$

Tal se expresara en el apartado anterior, el estudio preliminar viabiliza un cálculo de la productividad global por máquina suponiendo comportamiento equivalente de las mandíbulas de cada una de las envasadoras.

#### **4.7. Fase 6: Medición del aumento de productividad en las envasadoras**

##### **4.7.1. Introducción**

Luego de haber concluido el desarrollo anterior, se puede afirmar con seguridad que la operación "candidata" en el proceso de elaboración de productos lácteos en la empresa bajo estudio es la operación de dosificado, ya que es la responsable del elevado % de exceso operativo de producto que se envasa, es decir, un volumen de producto entregado al cliente que no se factura. Partiendo de esto, es que se proponen mejoras a ser implementadas en las envasadoras TBA8 de ambas líneas como prueba piloto.



#### 4.7.2. Implementación de mejoras: Cálculo del incremento de productividad

Mediante el uso de C.E.P. se ha analizado el estado del proceso. Los estudios realizados permiten indicar que la falta de estabilidad en la línea 1 en la operación de dosificado, no es un impedimento para desplazar la media ya que el corrimiento actual es importante y, por otro lado el rango de la variable es pequeño y su desvío estable. Si se modifica el set-up de la máquina desplazando la media hacia valores más bajos seleccionando un  $C_{pk}$  adecuado, no habrá riesgos de incumplir la Ley de Lealtad Comercial, logrando así aumentar el rendimiento de la envasadora y el margen sobre lo facturado.

Para calcular el incremento de productividad primero se obtiene la productividad para los estados propuestos:

La productividad mensual sobre la línea 1 es:

$$J_i = Q_n \times \bar{U}_i = 1030 \text{ g} \times 950000 \text{ u}$$

$$J_i = 978500 \text{ kg}$$

Calculando el exceso operativo y reemplazándolo en la ecuación de productividad, se obtiene:

$$\text{Exceso operativo} = 10,58 \text{ g} \times \bar{U}_i = 10051 \text{ kg};$$

$$\text{Productividad} = \frac{978500 \text{ kg}}{(978500 \text{ kg} - 10051 \text{ kg}) \times 2,9 \text{ \$/kg}}$$

$$\text{Productividad} = 0,35 \frac{\text{kg}}{\text{\$}}$$

Por otro lado, para obtener la productividad mensual sobre la línea 2 se opera de la siguiente manera:

$$J_i = Q_n \times \bar{U}_i = 1030 \text{ g} \times 950000 \text{ u}$$

$$J_i = 978500 \text{ kg}$$



Calculando el exceso operativo y reemplazándolo en la ecuación de productividad, se obtiene:

$$\text{Exceso operativo} = 18,57 \text{ g} \times \bar{U}_i = 17641,5 \text{ kg} = 17,64 \text{ ton};$$

$$\text{Productividad} = \frac{978500 \text{ kg}}{(978500 \text{ kg} - 17641,5 \text{ kg}) \times 2,9 \text{ \$/kg}}$$

$$\text{Productividad} = 0,351 \frac{\text{kg}}{\$}$$

Se calcula el aumento de productividad a partir del estado inicial:

Como la productividad aumenta de 0,341 a 0,350 para la línea 1, el cambio es de

$$\Delta \text{ Productividad línea 1} = \frac{0,350 \frac{\text{kg}}{\$}}{0,341 \frac{\text{kg}}{\$}} = 1,026$$

Es decir una diferencia de productividad de 2,6%.

De manera equivalente para la línea 2 se tiene:

$$\Delta \text{ Productividad línea 2} = \frac{0,351 \frac{\text{kg}}{\$}}{0,33 \frac{\text{kg}}{\$}} = 1,064 = 6,4\%$$

Luego la diferencia de productividad de 6,4%.

De esta manera, quedan determinadas las productividades inicial y proyectada, que se obtendría con la propuesta de mejora, para las mandíbulas derechas de ambas líneas (ver Tabla 13).

Análisis de productividad	Línea 1		Línea 2	
	MD	MI	MD	MI
Productividad inicial	0,341 $\frac{\text{kg}}{\$}$	X	0,338 $\frac{\text{kg}}{\$}$	X
Productividad proyectada	0,350 $\frac{\text{kg}}{\$}$	X	0,351 $\frac{\text{kg}}{\$}$	X

Tabla 13: Productividad inicial y proyectada para las mandíbulas derechas de ambas líneas.



Se presentan en las Tabla 14 y 15 los cuadros que resumen el estado actual versus el estado proyectado por envasadora.

Entera U.A.T.: etapa inicial	Línea 1: Mandíbula derecha	
	Estado actual	Estado proyectado
Media	1086,54 g	1075,96 g
Contenido nominal (bruto observado)	1059,52 g	no se modifica
Desvío	1,49 g	no se modifica
Exceso operativo unitario	10,58 g	≈0 g para $C_{pk}=4$
Productividad	0,341 kg/\$	0,350 kg/\$
$M_{ei}$ (ambas mandíbulas)	\$30022,337	≈\$ 0 para $C_{pk}=4$
Aumento de productividad	2,60%	

Tabla 14: Estado actual versus estado proyectado línea 1 mandíbula derecha.

Entera U.A.T.: etapa inicial	Línea 2: Mandíbula derecha	
	Estado actual	Estado proyectado
Media	1084,77 g	1066,19 g
Contenido nominal (bruto observado)	1059,52 g	no se modifica
Desvío	0,57 g	no se modifica
Exceso operativo	18,57 g	≈0g para $C_{pk}=4$
Productividad	0,338 kg/\$	0,351 kg/\$
$M_{ei}$ (ambas mandíbulas)	\$ 52695,15	≈\$ 0 para $C_{pk}=4$
Aumento de productividad	6,40%	

Tabla 15: Estado actual versus estado proyectado sobre línea 2 mandíbula derecha.

#### 4.8. Discusiones

El estudio preliminar se basa en el análisis de las mandíbulas derechas de ambas líneas. En dicho estudio se identifican, en los gráficos X-media y de rangos, las siguientes señales de inestabilidad:

- un punto sobre el límite natural superior;
- tendencia descendente de 7 puntos consecutivos;
- tendencia descendente en 6 puntos consecutivos.

Al no presentarse puntos por debajo del límite natural del proceso se decide continuar con el cálculo de capacidad, ya que este escenario no pone en riesgo ni restringe el desarrollo del análisis, debido a que solamente se presenta como restrictivo a nivel de proceso cumplir con el límite de especificación inferior.





Por otro lado, este comportamiento muestra la existencia de causas especiales o asignables en el proceso, por lo que estas se investigan en conjunto con el Departamento de Mantenimiento. Los resultados de esta investigación permiten señalar:

- Se comprueba, como se mencionara anteriormente, que el sistema de seteo o puesta a punto de las envasadoras consiste en un mecanismo de engranajes cónicos, tal se presenta en la Figura 4-26.



Figura 4-26: Sistema engranajes cónicos envasadoras.

- Una de las causas especiales definidas como resultado de la investigación es el incorrecto funcionamiento de este sistema de engranajes, el cual se puede visualizar en la Figura 4-27 para cada una de las mandíbulas.



Figura 4-27: Sistema de engranajes cónicos de cada mandíbula.



- Por otro lado, se detectan fallas y mal funcionamiento en la válvula de contrapresión (Figura 4-28) y en la válvula del homogeneizador (Figura 4-29). La función de estas válvulas es mantener una presión diferencial para conservar un caudal constante desde el homogeneizador hasta la máquina de envasado (Figura 4-29). En la Figura 4-30 se visualiza el homogeneizador utilizado en la elaboración de leche U.A.T.



Figura 4-28: Válvula de contrapresión envasadoras.

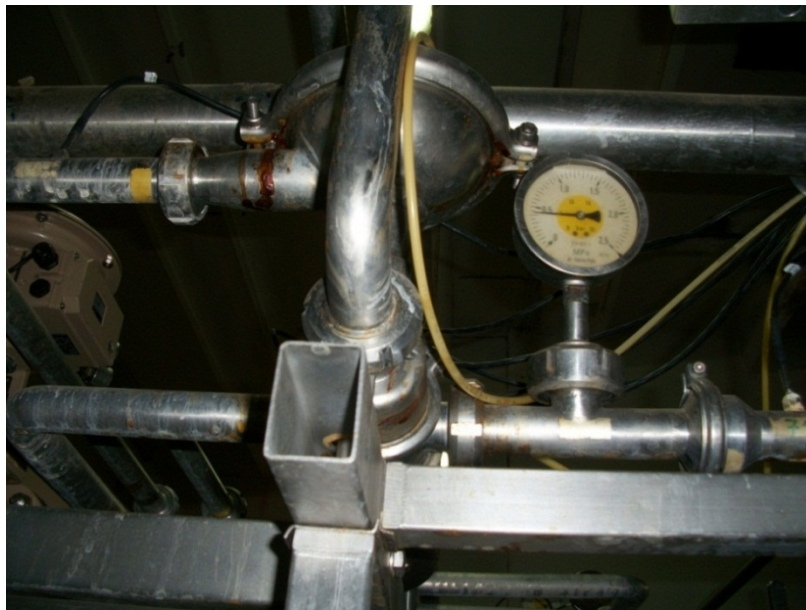


Figura 4-29: Válvula del homogeneizador.



Figura 4-30: Homogeneizador.

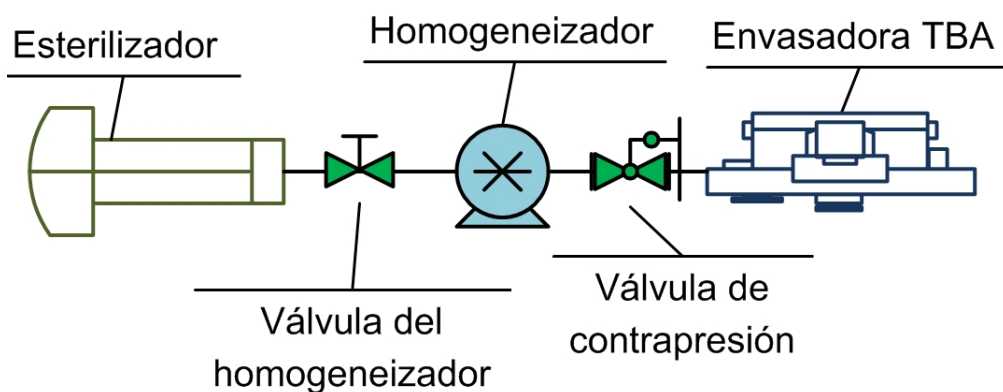


Figura 4-31: Localización de las válvulas en el circuito de envasado.

La eliminación de estas causas asignables permitiría tener estas operaciones en estado de control estadístico y disminuir la desviación estándar; lo que implicaría mayor libertad para desplazar la media y como resultado de todo esto, obtener una productividad aún superior a la proyectada.

Cabe indicar que, un aumento de productividad se asocia a un aumento en los márgenes de ganancia de la empresa.



#### **4.9. Fase 7: Planificación para la implementación**

En esta fase se planifica una estrategia para profundizar los estudios y hacerlos extensivos a las dos mandíbulas de las envasadoras, en forma previa a la implementación de las mejoras. Se busca con esto la participación de la empresa, además de comprometer al Departamento de Producción en ser parte activa del plan de mejora de productividad.

Además, y fundado en un marco teórico, se proponen una serie de actividades conseguir un aumento de la productividad.

Actividades a desarrollar para implementar los cambios:

- I.** Reunión con la Gerencia para presentar y desplegar las propuestas y fundamentos del plan de mejora e implementación de cambios. En la primera etapa de implementación se realizan reuniones con el Departamento de Producción con el fin de presentar la propuesta de modificaciones en la línea fundamentada en los resultados del estudio preliminar.
- II.** Reunión con el personal de Producción comprometido con actividades de la línea de elaboración de leche larga vida. El fin de ésta reunión es informar sobre la necesidad de realizar un trabajo en esta línea. Luego, se informa al personal involucrado que se implementarán cambios en el seteo de las envasadoras. Las acciones de esta etapa son:
- III.** Planificación con el Departamento de Producción del “try out”.
- IV.** Programar la máquina con el nuevo set-up y realizar una corrida de prueba. Se acuerda con el Departamento de Producción la realización de los cambios.
- V.** Realizar el estudio estadístico con los valores obtenidos de la muestra de la corrida de prueba. Utilizando herramientas de software, se procede a realizar el análisis para obtener datos sobre el comportamiento de la operación. Se presentan en un formato estándar y de fácil apreciación para la Gerencia de la Empresa.
- VI.** Analizar los resultados con el Departamento de Producción y Representantes de la Gerencia. Se estudia con los integrantes del equipo de trabajo el estado de la operación, es decir su estabilidad y capacidad. Para ello se presentan y explican en una reunión, los resultados obtenidos.
- VII.** Preparar un informe con la evaluación del impacto económico de los cambios (análisis y fundamento del incremento de productividad).
- VIII.** Presentar el informe a Gerencia y Responsables de Producción.
- IX.** Preparar la documentación necesaria para poder establecer la operación con el set-up actualizado. El mismo se debe formalizar con sus nuevas características y parámetros de control, por ejemplo modificando las gamas



de operación. Luego se comunica a todos los que intervinieron en la investigación y el personal afectado a Producción.

- X.** Aplicación de los cambios e implementación en Producción. Se aplica control por lotes en cada turno de 8 horas mediante la toma de muestras. Se analiza estabilidad y capacidad para cada muestra y, se documenta la evolución en función del tiempo durante la primera semana.

A continuación, empleando un diagrama de Gantt, se detallan las actividades descritas en los párrafos anteriores con la asignación de los responsables de llevarlas a cabo (Figura 4-32). Luego, la secuencia también se representa mediante un diagrama de flujo (Figura 4-33).

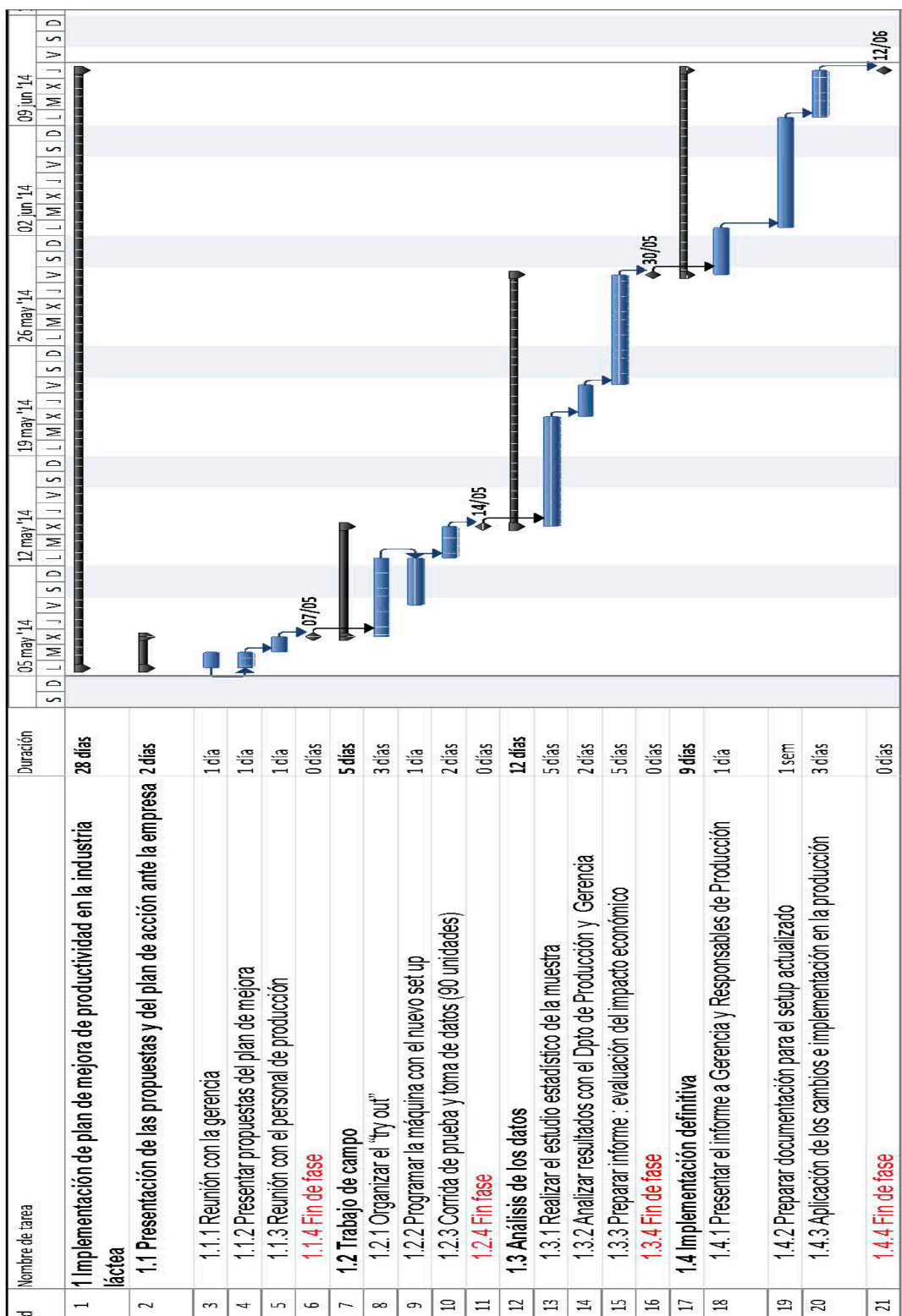


Figura 4-32: Planificación para la implementación de las mejoras.

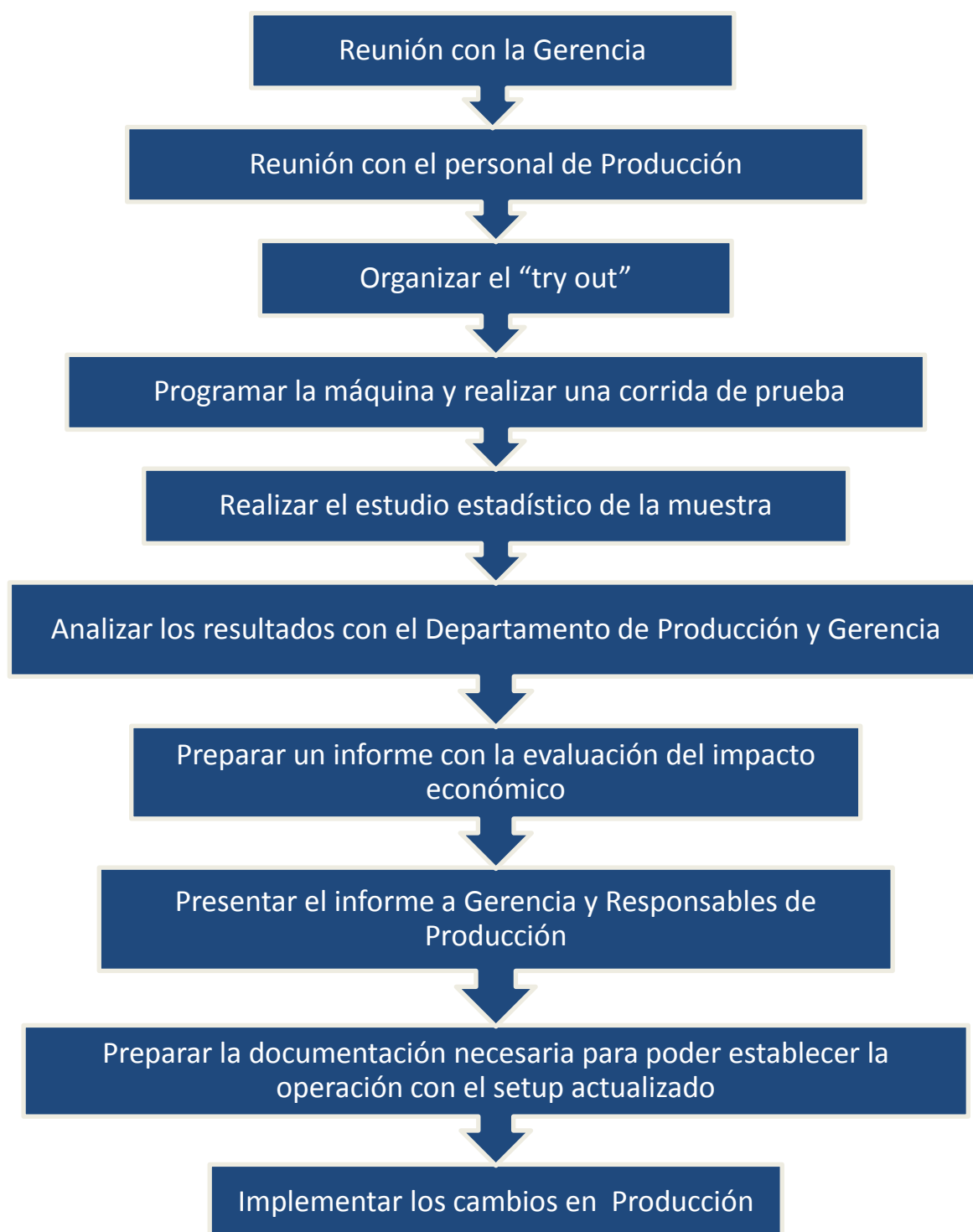


Figura 4-33: Diagrama de flujo de las actividades a realizar en la implementación de las mejoras.



# CAPÍTULO 5

## **ESTUDIO PRELIMINAR CON REPOSICIONAMIENTO DE LA MEDIA DEL PROCESO**





## 5. Estudio preliminar con reposicionamiento de la media del proceso

### 5.1. Introducción

En esta etapa del trabajo se busca comprometer a la Gerencia, a interiorizarse y adquirir una participación activa en la búsqueda de productividades, a través del Departamento de Producción de la Empresa. Para lograr este fin, se define un cronograma de reuniones preliminar para proponer las distintas actividades del plan establecido en el Capítulo 4 (ver Figuras 4-32 y 4-33). Entre los objetivos principales uno es realizar un estudio preliminar reposicionando la media del proceso de llenado, haciendo este extensivo a las mandíbulas izquierdas aún no estudiadas, así como conocer la forma en que se comportan los equipos envasadores en el tiempo.

### 5.2. Cronograma de reuniones

Se concretan reuniones con los distintos Departamentos. Se llevan a cabo según el siguiente cronograma (Tabla 16).

<b>1</b>	Reunión con el Gerente de Producción. Se plantea la situación observada en el estudio preliminar, realizando propuestas de mejora. Se informa al personal involucrado.
<b>2</b>	Reunión con el Responsable de Mantenimiento. Se presenta el plan de trabajo y se corrobora la factibilidad de modificar el seteo y la estabilidad del dosificador. Además se verifica el tipo de mantenimiento que actualmente se realiza en las máquinas, el cual es de tipo "a rotura".
<b>3</b>	Reunión con el Departamento de Calidad. Las reuniones con calidad son informativas. Se presenta el tema y se busca información sobre el control de procesos, tanto como de los equipos de medición y control del pesaje en los productos.

Tabla 16: Cronograma de reuniones para reposicionar la media y ampliar el estudio.



### **5.3.Reposicionamiento de la media del proceso sobre ambas líneas de envasado**

#### **5.3.1. Introducción**

Luego de comprometer al Departamento de Producción para que sea parte activa en la búsqueda de productividades, se realizan diversas reuniones donde se analiza la factibilidad de la implementación de las modificaciones en el seteo de las máquinas envasadoras y, en las que se organizan las actividades para concretar las corridas experimentales para modificar la posición de la media de la variable en estudio.

En esta etapa del proyecto, también se busca ampliar el análisis, tomando muestras de todas las mandíbulas de las envasadoras, cubriendo así el “Universo” de equipos existentes para realizar la operación que se estudia y poder concluir sobre el comportamiento de los equipos.

Se considera comentar que, en el intervalo de tiempo comprendido entre los primeros estudios, la gestión interna de mantenimiento continuó trabajando bajo los lineamientos ya mencionados, o sea correctivo con intervenciones ante rotura o parada de equipos.

Ya coordinadas las actividades, se procede a desplazar la media de la operación de dosificado en cada mandíbula; tanto en la línea 1 como la línea 2. Como se mencionara anteriormente, en las envasadoras TBA el seteo de las mandíbulas se realiza de manera manual e independiente. El sistema de seteo, como se describe en el Capítulo 4, consiste en un mecanismo de engranajes cónicos los cuales se accionan por medio de un elemento situado en los laterales de la máquina. Junto a este mecanismo, interviene la válvula de contrapresión, y la válvula del homogeneizador, las cuales se encuentran entre el esterilizador y la envasadora. La presión generada en estas válvulas son factores que inciden en la operación de envasado.

El desplazamiento se efectúa de manera gradual, ya que se debe setear manualmente; reduciendo inicialmente en el dosificado un valor de 10 gramos para luego calcular el nuevo estado de productividad.



### 5.3.2. Estudio del comportamiento de las líneas 1 y 2 con reposicionamiento de la media

Luego de desplazar la media, se toma una muestra por mandíbula, para estudiar el comportamiento de ambas.

Se considera volver a indicar que los datos pertenecientes a cada mandíbula se tratan como provenientes de poblaciones distintas, siendo el producto que se analiza leche entera. La nomenclatura utilizada se presenta en Tabla 17.

Muestras	Nomenclatura	Mandíbula	Producto
Muestra 1	Línea 1_MD	Derecha	Leche entera
Muestra 2	Línea 1_MI	Izquierda	Leche entera

Tabla 17: Nomenclatura utilizada por mandíbula en la Línea 1.

#### 5.3.2.1. Análisis, resultados y discusiones de las mandíbulas de las dos líneas de envasado

Para este estudio se toman 37 muestras de 2 datos; con un total de 74 datos por mandíbula (ver Apéndice F), procediendo luego con el análisis. A continuación se presenta el resumen de los resultados estadísticos obtenidos para la mandíbula derecha de la línea 1. Los 74 valores están comprendidos en el intervalo [1067,5 ; 1075,6] g.

a) El resumen estadístico, se presenta en la Tabla 18 para Línea 1\_MD.

Resumen Estadístico para Línea 1_MD	
Cantidad de datos	74 datos
Media	1071,75 g
Varianza	2,63 g <sup>2</sup>
Desvío estándar	1,62 g
Valor mínimo	1067,5 g
Valor máximo	1075,6 g
Rango	8,1 g
Asimetría típica	1,197
Curtosis estandarizada	0,353

Tabla 18: Resumen estadístico para Línea 1\_MD.



Por los valores obtenidos de asimetría y curtosis se asume que los datos de la población no provienen de una distribución normal gaussiana, ya que están dentro del intervalo  $[-2; +2]$  .

- b) Se realiza para esta muestra el diagrama de caja y bigotes, Figura 5-1, donde se observan 4 datos atípicos.

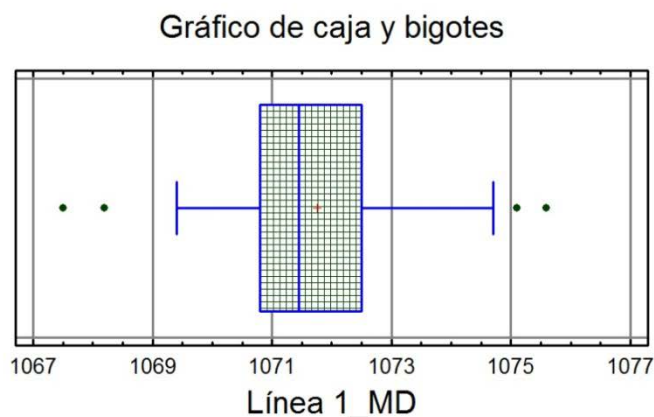


Figura 5-1: Gráfico de caja y bigotes para Línea 1\_MD.

- c) Utilizando los datos de la muestra se confecciona un histograma de frecuencias, Figura 5-2.

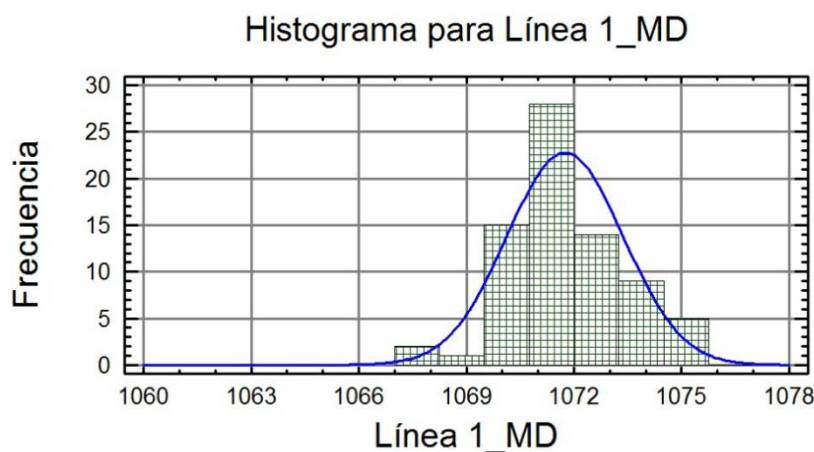


Figura 5-2: Histograma de frecuencias para Línea 1\_MD.

El diagrama anterior muestra simetría en la distribución y da indicios que hacen suponer comportamiento normal en los datos.

Considerando este resultado, junto a los valores de los momentos obtenidos en el punto a), se procede a seleccionar la distribución normal para modelar esta muestra; verificándose a continuación el comportamiento normal.



- d) Con los datos de la muestra se realiza el gráfico de normalidad (ver Figura 5-3).

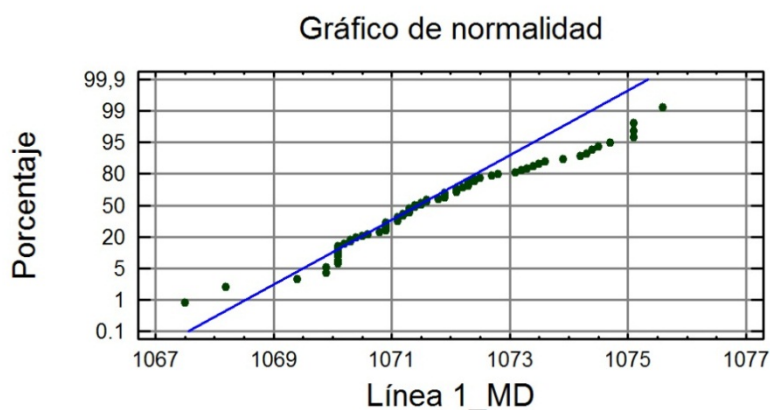


Figura 5-3: Gráfico de normalidad para Línea 1\_MD.

En el gráfico se aprecia que la máquina en su mandíbula derecha, a valores inferiores a 1070 g y superiores a 1073 g, se aleja de la normal. Tal arrojan estudios previos, esto es a causa de inconvenientes mecánicos que ocurren cuando la máquina está en régimen de producción. Debido a que no se presentan desvíos sustanciales en la linealidad de la distribución de los puntos; no se rechaza la hipótesis de que la población responde a una distribución normal; lo que se ve reflejado en el análisis que sigue.

- e) Se implementan las pruebas de bondad de ajuste Chi-cuadrado (ver Tabla I-3- Apéndice I) definiendo las siguientes hipótesis:

$H_0$ : La distribución observada se ajusta a la distribución normal.

$H_1$ : La distribución observada no se ajusta a la distribución normal.

Tomando para el valor de significancia  $\alpha$  :

$$\alpha = 0,05$$

el  $p - \text{valor} = 0,056$

$$p - \text{valor} \approx \alpha$$

El hecho de que el p-valor obtenido esté próximo a  $\alpha$ , es un indicio relevante de que la población podría presentar comportamiento no normal.

El comportamiento no normal de los datos puede señalar la existencia de causas especiales o asignables en el proceso ya que éste es de "naturaleza normal". Esta hipótesis se analiza con la utilización de las cartas de control, por lo que se continúa



con el análisis de los datos, siendo este análisis también extensivo a todo el P.I. (ver también lo indicado en la sección 4.4.1.1.g) y en d) de esta sección).

- f) Determinación de los intervalos de confianza para la media y la desviación estándar.

Luego se obtienen los intervalos de confianza considerando 95% para Línea 1\_MD:

- El intervalo de confianza para la media:  $1071,75 \pm 0,37$  [1071,38 ; 1072,13];
- El intervalo de confianza para el desvío: [1,39 ; 1,93].

Esto significa que en dichos intervalos deberán estar contenidos la media real o el desvío de la población de la que proceden los datos, el 95% de las veces. En términos prácticos, se infiere, con un 95% de confianza que, la media real de Línea 1\_MD se encuentra entre [1071,38 ; 1072,13], mientras que el desvío real está comprendido entre [1,39 ; 1,93].

- g) Estudio de estabilidad para Línea 1\_MD.

Para analizar la estabilidad de la mandíbula derecha se divide la muestra en 37 subgrupos de tamaño  $n=2$ . Se determinan los límites de control y luego se confecciona el gráfico X-media (Figura 5-4).

Número de subgrupos = 37

Tamaño del subgrupo = 2

UCL: + 3,0 sigma = 1074,13

Línea central = 1071,75

LCL: - 3,0 sigma = 1069,38

Gráfico X-bar para Línea 1\_MD

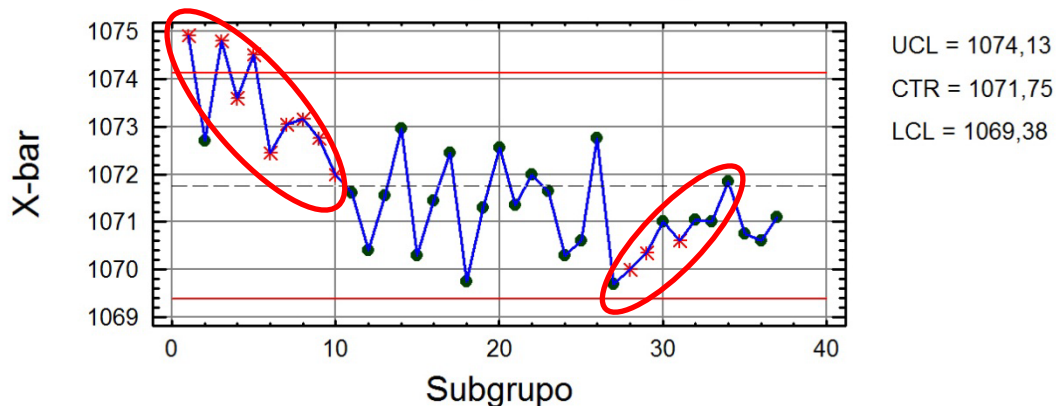


Figura 5-4: Gráfico X-media para Línea 1\_MD.



Señales de inestabilidad: se observan tres puntos fuera de los límites de control y, dos conjuntos de puntos con tendencias descendentes y ascendentes respectivamente. Las S.I. están señaladas en el gráfico de la Figura 5-4.

Luego se confecciona el gráfico de rangos, determinando los límites naturales de control:

$$UCL: + 3,0 \text{ sigma} = 4,13$$

$$\text{Línea central} = 1,26$$

$$LCL: - 3,0 \text{ sigma} = 0,0$$

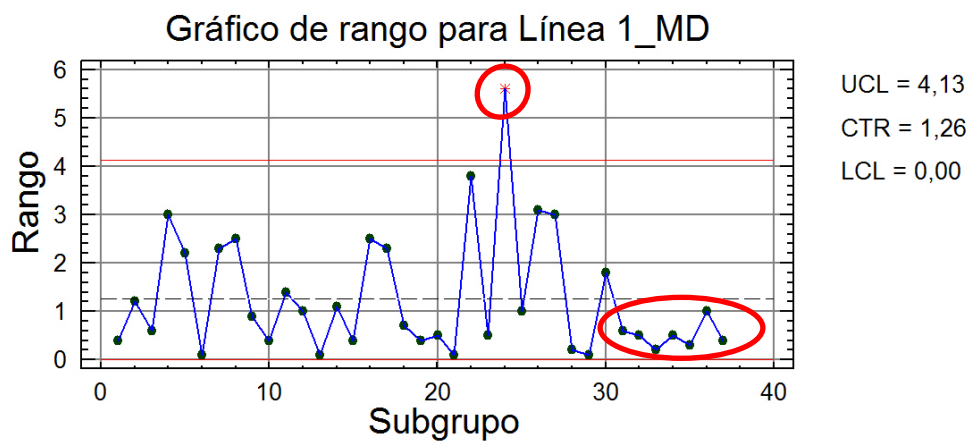


Figura 5-5: Gráfico de rangos para Línea 1\_MD.

Las señales de inestabilidad se indican en el Figura 5-5, las cuáles comprenden: un punto fuera de los límites de control y una serie de 7 puntos por debajo del límite central (ver también lo señalado en la sección 4.4.1.1 g) y en d) de esta sección).

- h)** Considerando que se está frente a una variable de control con un único límite de especificación, el inferior, se procede con la segunda etapa del análisis, el estudio de capacidad. Entonces se calcula el coeficiente de capacidad. Para obtener dicho coeficiente primero se debe determinar el límite de especificación inferior impuesto por la Ley de Lealtad Comercial.

Límite de especificación inferior:

Para  $Q_{\text{mín}} = Q_{B0} - (k \times S)$

Con  $S = 1,62 \text{ g} ; k = 0,295 \text{ y } Q_{B0} = 1059,52 \text{ g}$



$$Q_{\text{mín}} = EI = 1059,04 \text{ g}$$

Índices de capacidad:

$$C_{pk} = \frac{\bar{Q}_B^* - EI}{3\sigma} = 2,62$$

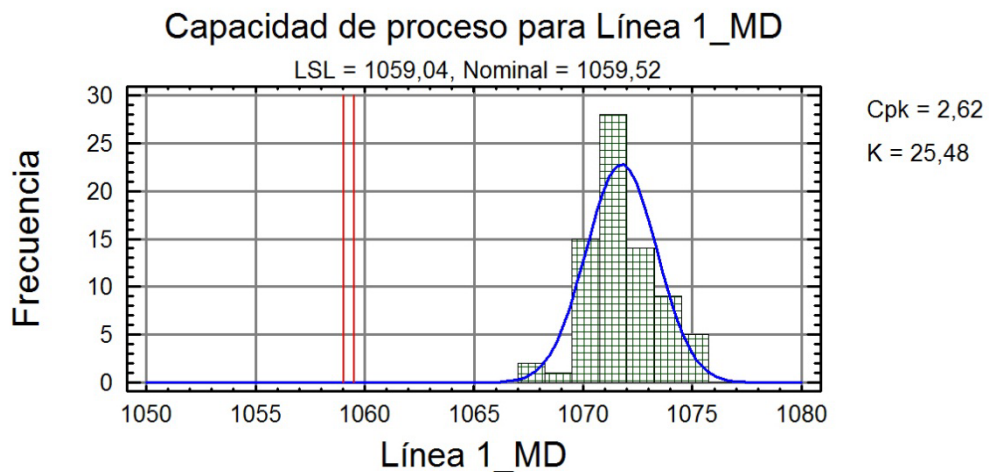


Figura 5-5: Gráfico de capacidad para Línea 1\_MD.

Los cálculos revelan que, para el nuevo seteo de la operación de dosificado el proceso se comporta con un índice de capacidad estimativo de 2,62 (Figura 5-6). Por otro lado, el valor de K es de 25,48 (adimensional), lo que está indicando el desplazamiento de la media con respecto a la especificación inferior. Estos valores de capacidad son teóricos y estimativos. Para el caso en que se controle el proceso eliminando las causas especiales, ya sea mediante un plan de mantenimiento preventivo, realizando un retrofitting o automatizando los mecanismos de seteo y, bajo los mismos parámetros de producción, se podrían alcanzar los valores obtenidos en esta corrida. Los resultados del análisis se resumen en la Tabla 19.



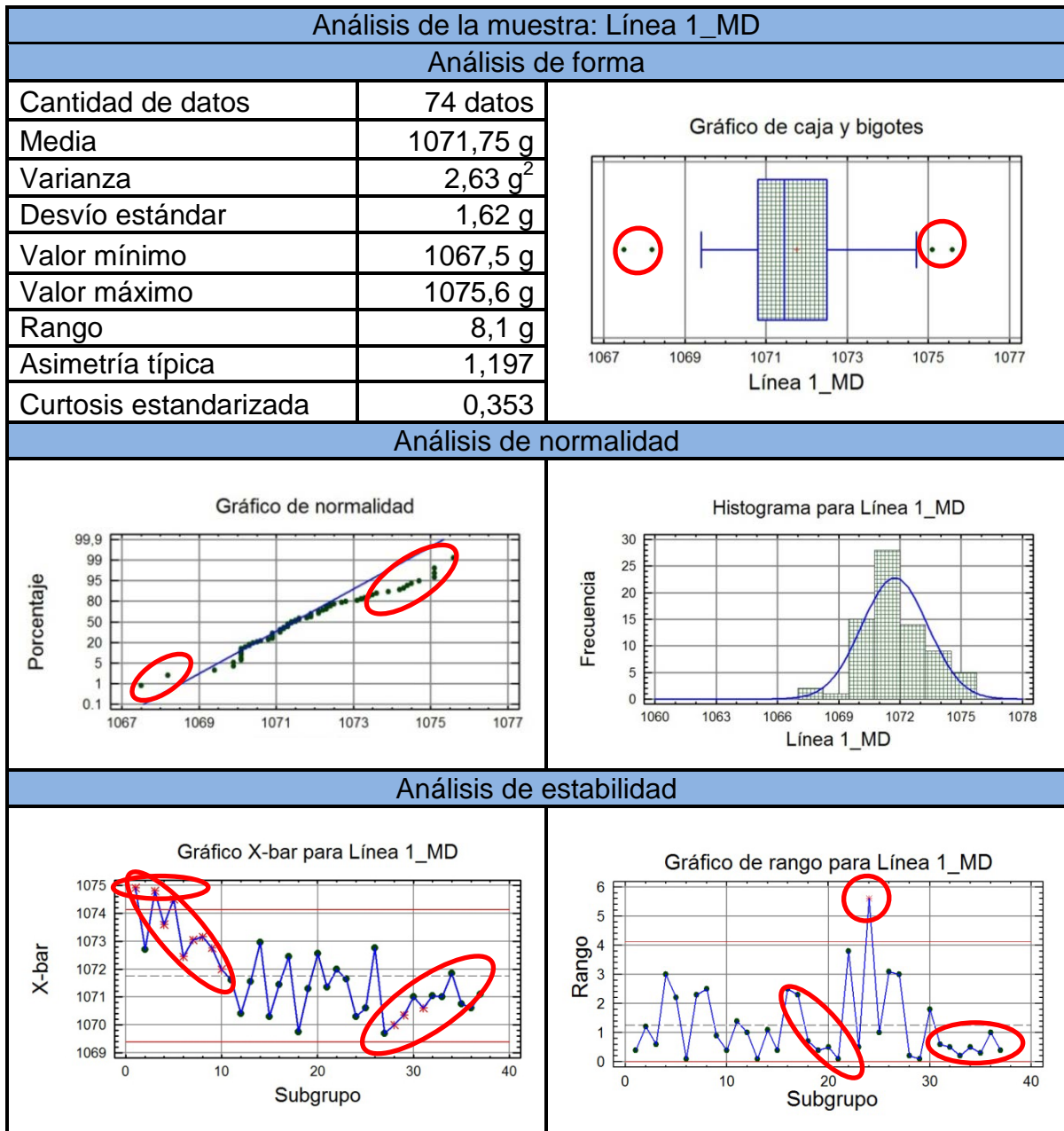


Tabla 19: Análisis de la muestra: Línea 1\_MD.



Para las mandíbulas restantes se procede de manera equivalente y se realizan tablas a modo de síntesis de resultados (ver Tablas 20, 21 y 22).

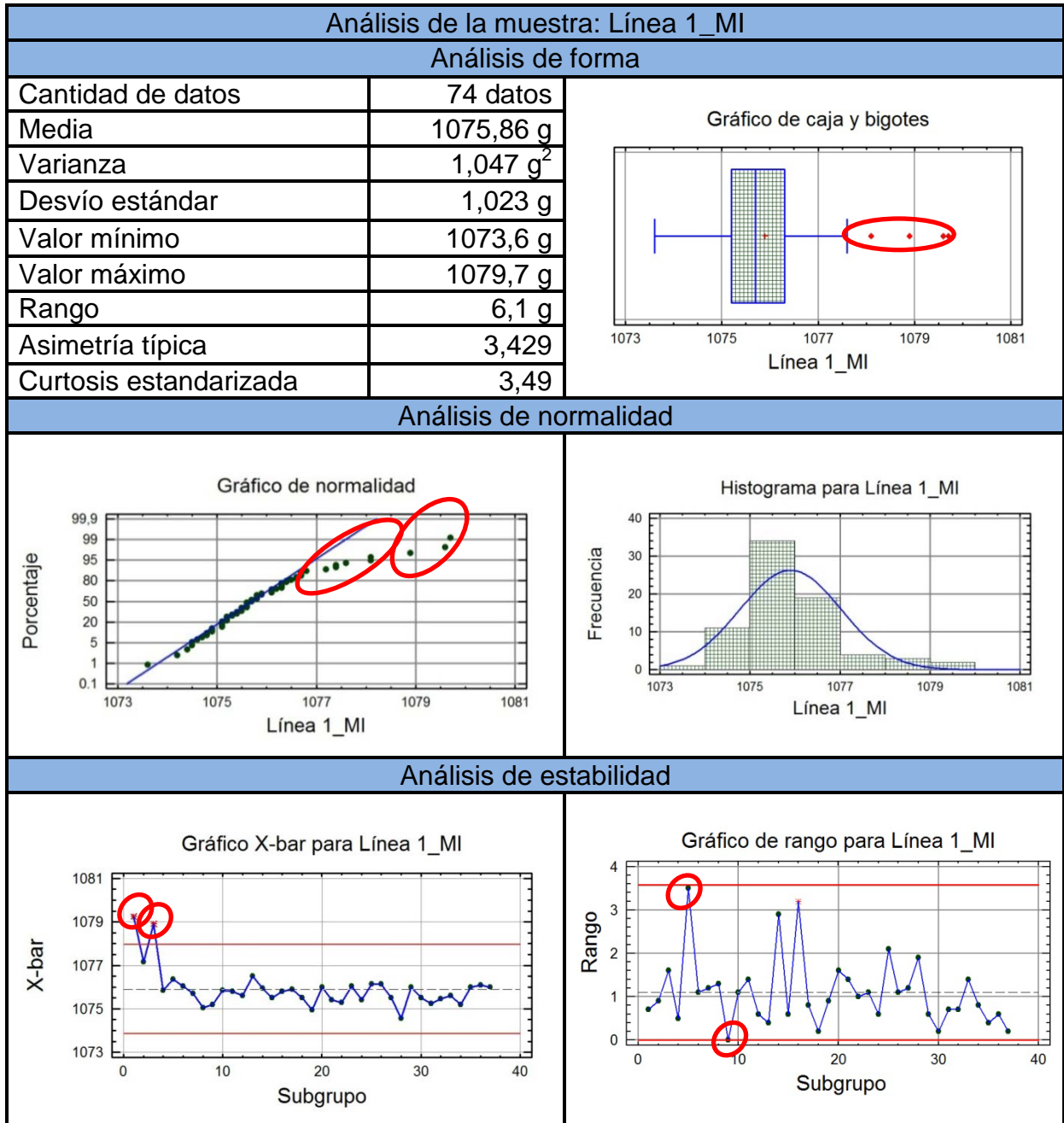


Tabla 20: Análisis de la muestra: Línea 1\_MI.

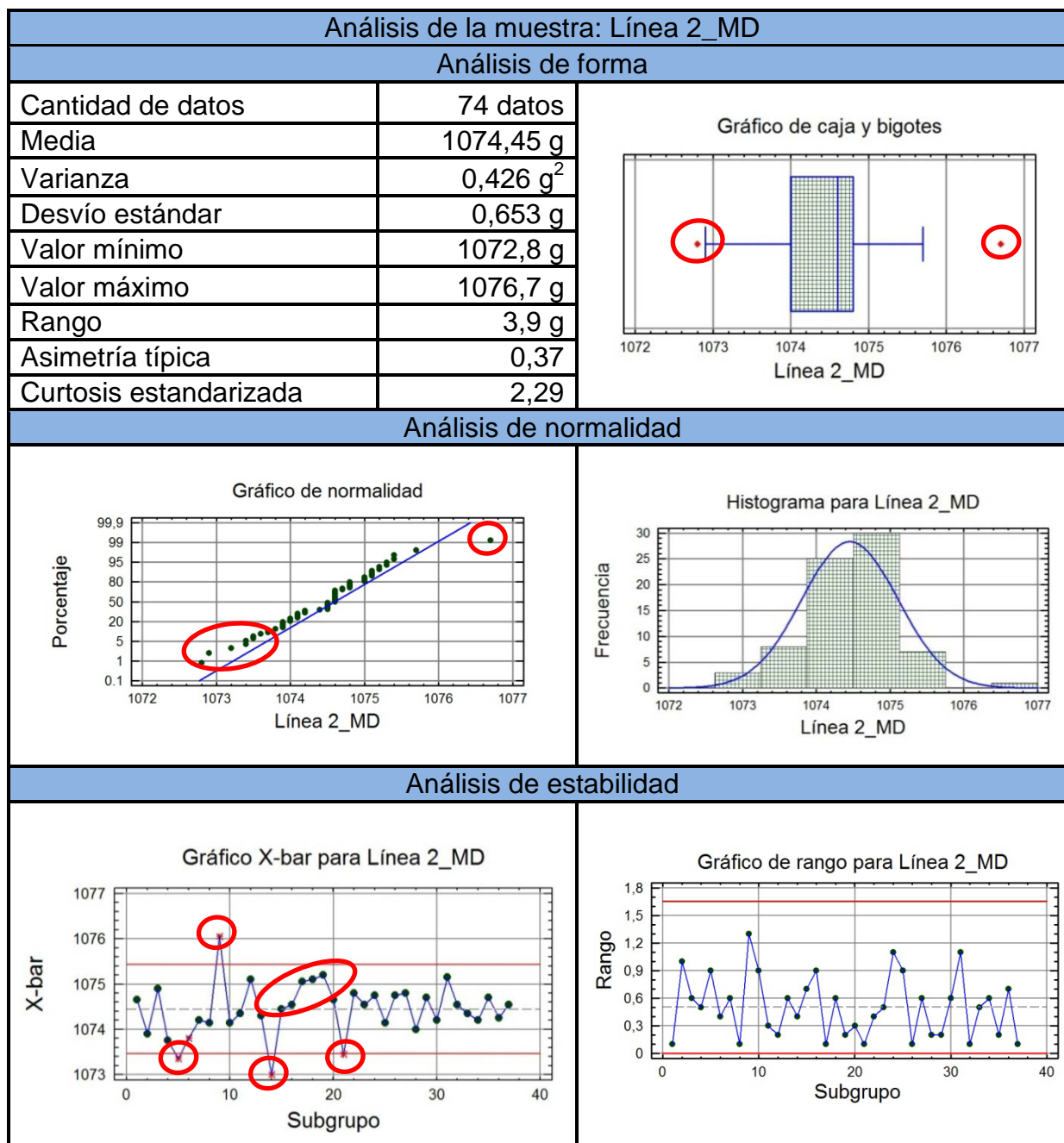


Tabla 21: Análisis de la muestra: Línea 2\_MD.

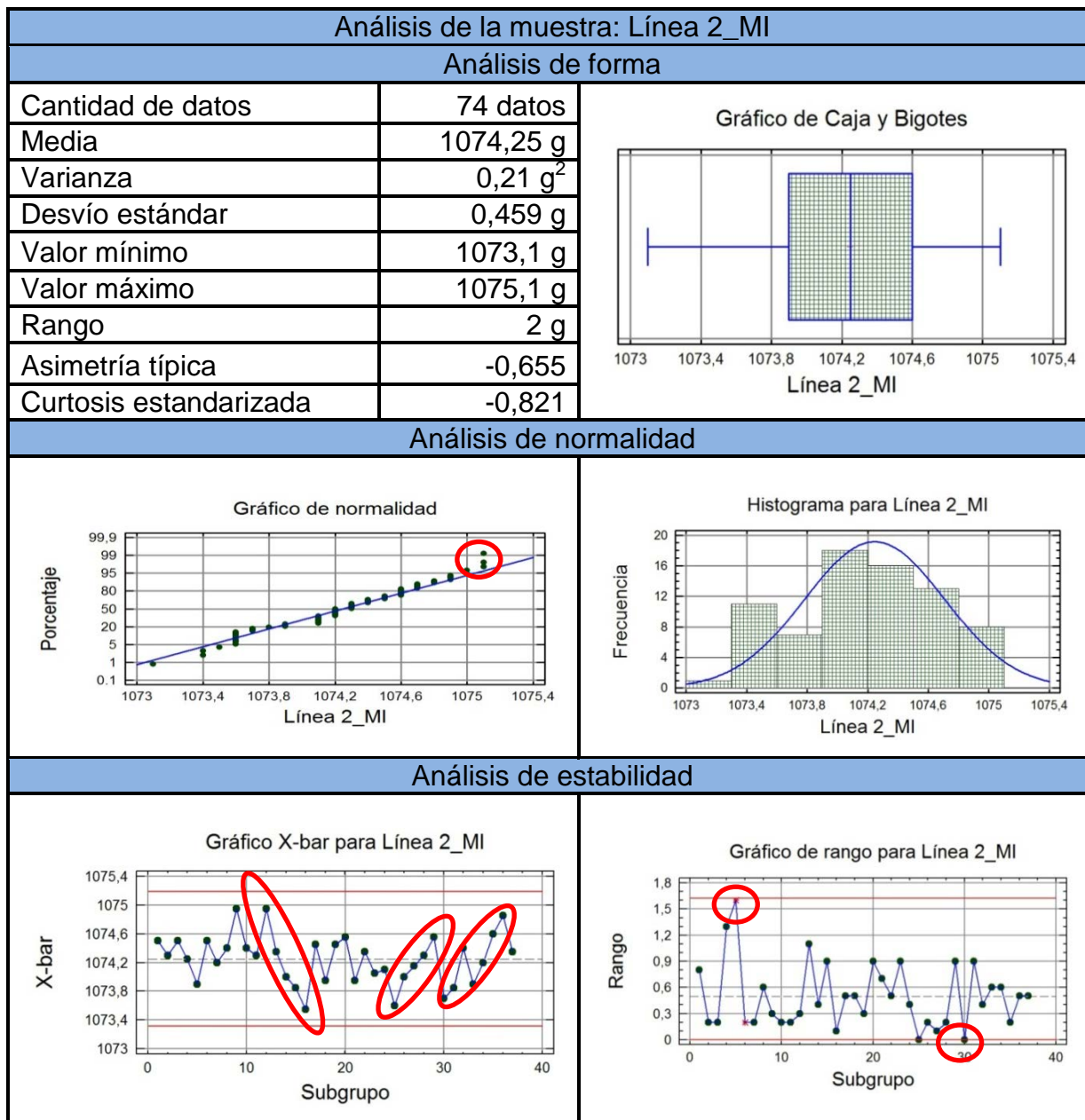


Tabla 22: Análisis de la muestra: Línea 2\_MI.



### 5.3.2.2. Síntesis del análisis estadístico de ambas mandíbulas en la máquina envasadora que opera en la línea 1

El estudio con desplazamiento de la media manifiesta que en ambas mandíbulas el proceso es capaz, ya que la distancia entre la media y el límite de especificación inferior contiene varias veces el desvío estándar e incluso el rango. Además, las señales de inestabilidad presentes en las cartas de control y el alejamiento respecto a la distribución normal hacen inferir que se tiene un proceso impredecible e inestable, o sea poco confiable. Por otro lado, sumado a las señales de inestabilidad que presenta la mandíbula izquierda, los valores de curtosis y asimetría estandarizada obtenidos indican un comportamiento que se aleja de la distribución normal.

En la tabla que sigue (Tabla 23) se presenta un resumen del análisis anterior, comparando luego los resultados obtenidos en las dos mandíbulas de la línea 1.

Envasadora de leche U.A.T. entera en línea 1		
Parámetro	Mandíbula derecha	Mandíbula izquierda
Media	1071,75 g	1075,86 g
Desvío estándar (s)	1,62 g	1,023 g
Rango	8,1 g	6,1 g
Asimetría típica	1,197	3,429
Curtosis estandarizada	0,353	3,490
Señales inestabilidad (X -media)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 pts sobre límite de control natural superior.</li> <li>• Tendencia descendente y ascendente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 pts sobre límite de control natural superior.</li> <li>• Serie de puntos consecutivos entre el límite central y el lim. nat. inferior.</li> <li>• Tendencia descendente de pts.</li> </ul>
Señales inestabilidad (Rango)	• 1 pto sobre límite natural.	-
Valor nominal bruto	1059,52 g	1059,52 g
Valor límite inferior bruto (impuesta por Ley de Lealtad Comercial-especificación)	1059,04 g	1059,22 g
estado del proceso	Inestable y capaz	Inestable y capaz

Tabla 23: Resumen de los parámetros para las mandíbulas de la línea 1.



### 5.3.2.3. Síntesis del análisis estadístico de ambas mandíbulas en la máquina envasadora correspondiente a la línea 2

El estudio con desplazamiento de la media realizado sobre la línea 2 muestra que en ambas mandíbulas al igual que en la línea 1, el proceso es capaz, ya que la distancia entre la media y el límite de especificación inferior contiene varias veces el desvío. Por otro lado, las señales de inestabilidad presentes en los diagramas X-media y rangos, sumado al distanciamiento respecto al comportamiento normal que presenta la MD, hacen inferir que se está frente a un proceso inestable.

En la tabla que sigue se presenta un resumen del análisis anterior comparando luego los resultados obtenidos en las dos mandíbulas de la línea 2 (ver Tabla 24).

Envasadora de leche U.A.T. entera en línea 2		
Parámetro	Mandíbula derecha	Mandíbula izquierda
Media	1074,45 g	1074,25 g
Desvío estándar (s)	0,653 g	0,459 g
Rango	3,9 g	2 g
Asimetría típica	0,370	-0,655
Curtosis estandarizada	2,290	-0,821
Señales inestabilidad (X-media)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 puntos fuera de los límites de control natural.</li> <li>• 3 por debajo del límite inferior y uno por encima del superior.</li> <li>• Tendencia ascendente de ptos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 series de puntos con tendencias descendentes y ascendentes.</li> </ul>
Señales inestabilidad (Rango)	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 ptos coincidentes los límites naturales de control, uno superior y otro inferior.</li> </ul>
Valor nominal bruto	1059,52 g	1059,52 g
Valor límite inferior bruto (impuesta por Ley de Lealtad Comercial)	1059,33 g	1059,38 g
Estado del proceso	Inestable y capaz	Inestable y capaz

Tabla 24: Resumen de los parámetros para las mandíbulas de la línea 2.



### 5.3.2.4. Comparación del comportamiento en el tiempo de las mandíbulas (ref. mandíbulas derechas líneas envasado 1 y 2)

Los trabajos de campo, realizados en distintos momentos, también admiten verificar el comportamiento en el tiempo de los equipos de envasado. Esto se logra comparando algunos de los resultados del estudio preliminar del Capítulo 4 con los de la nueva puesta a punto presentada en los párrafos anteriores de este capítulo.

A continuación, se sintetizan los resultados obtenidos a modo de tabla (ver Tablas 25 y 26):

Parámetro	Comparación del comportamiento en el tiempo (ref. mandíbula derecha de la línea 1)	
	Estudio preliminar	Nueva puesta a punto
Cantidad de S.I. (X -media)	1	3
Cantidad de S.I. (rango)	2	3
Desvío respecto a la normalidad	existente	se profundiza
Datos atípicos	si	si
Estado del proceso	inestable y capaz	se torna más inestable

Tabla 25: Comparación del comportamiento en el tiempo (línea 1).

Parámetro	Comparación del comportamiento en el tiempo (ref. mandíbula derecha de la línea 2)	
	Estudio preliminar	Nueva puesta a punto
Cantidad de S.I (X -media)	-	5
Cantidad de S.I (rango)	1	-
Desvía respecto a la normalidad	existente	se profundiza
Datos atípicos	-	presenta
Estado del proceso	inestable y capaz	se torna más inestable

Tabla 26: Comparación del comportamiento en el tiempo (línea 2).

Los valores obtenidos revelan que, luego de transcurrido un determinado tiempo, aumentan las señales de inestabilidad en los equipos, de 3 S.I. se pasa a 6 en la línea 1, y de una S.I. a 5 en la línea 2. Esto muestra un desgaste en los equipos envasadores que se puede asociar al mantenimiento ineficiente o cierta obsolescencia de los mismos, junto a la incidencia del establecimiento de límites naturales del proceso diferentes debido a las modificaciones en el seteo para cambiar la posición de la media. Este tipo de mantenimiento tiene como misión intervenir para reestablecer de manera inmediata la detención o parada de la máquina que presenta alguna falla. Es una actividad reactiva, es decir se actúa una



vez ocurrido el hecho, por lo que es costosa ya que genera las temidas pérdidas por parada de producción: mano de obra directa ociosa y atrasos en las entregas de los programas. Por otro lado, las condiciones originales de las máquinas se pierden, disminuyendo así la capacidad operativa, y transcurrido un cierto tiempo su calidad y valor residual estarán lejos de los valores de mercado acelerando así su depreciación.

Bajo estas condiciones, y de mantenerse, es muy difícil que la empresa esté en condiciones de desplazar la media para aumentar el índice de productividad ya que al no eliminar las señales de inestabilidad, el proceso se torna impredecible generando un riesgo potencial de penalización por incumplimiento de la Ley de Lealtad Comercial.

Una opción para erradicar las causas especiales es la implementación de una gestión de mantenimiento preventivo y predictivo.

En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. Es una metodología de intervención partiendo de la definición de los puntos críticos de los equipos a fin de minimizar los tiempos de parada o de bajo rendimiento de los mismos. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, a diferencia del mantenimiento "a rotura" donde se repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados. Las tareas consisten en rutinas periódicas de inspección, efectuando pequeños ajustes y relevando las novedades para conformar una posible intervención al detectar anomalías.

Dentro del mantenimiento preventivo se incluye el mantenimiento predictivo que trata de determinar el momento en el cual se deben efectuar las reparaciones, mediante un seguimiento que determine el periodo máximo de utilización antes de ser reparado. Se anuncia la falla a través de la predicción de síntomas o señales que la máquina emite y, según la complejidad de las mismas, éstas serán detectadas con los sentidos humanos o con instrumentos.

Los parámetros a controlar son:

- vibraciones anómalas,
- lubricación en los mecanismos de engranajes,
- funcionamiento en los manómetros de las válvulas,

El mantenimiento preventivo en general tiene como propósito planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las acciones de mantenimiento del equipo, con lo que se evitan reparaciones de emergencia.





Por otro lado, los programas de mantenimiento preventivo tradicionales, están basados en el hecho de que los equipos e instalaciones funcionan ocho horas laborables al día y cuarenta horas laborables por semana. Si las máquinas y equipos funcionan por más tiempo, los programas se deben modificar adecuadamente para asegurar un mantenimiento apropiado y un equipo duradero.

Para que exista una correcta gestión de mantenimiento no sólo es necesario un funcionamiento eficiente de las instalaciones y las máquinas, sino que además, es preciso llevarla a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como el hacer que los equipos tengan periodos de vida útil duraderos, sin excederse en lo presupuestado para el mantenimiento.

Las estrategias anteriormente utilizadas de "reparar cuando se produce la avería" ya son escasamente empleadas en las industrias actuales. Una de las variables para lograr aumentar los índices de productividad es una óptima gestión de mantenimiento. Los Gerentes deben ser conscientes de que esperar a que se produzca la avería es incurrir en costos excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, tiempos muertos y pérdida de ganancias).

#### 5.4. Análisis de un escenario ideal en el proceso

En el caso de implementar un sistema de mantenimiento preventivo y predictivo en las máquinas envasadoras, es posible que se obtenga un proceso bajo control. Eliminando las causas asignables o especiales, y reduciendo la variabilidad, a un valor de sigma de 0,57, que presentara la mandíbula derecha de la línea 2 en el estudio preliminar, se podría obtener un índice de productividad elevado.

Presumiendo un escenario ideal, se calcula la media del proceso para un valor de  $C_{pk} = 2$ , que implica un estado de calidad de 3 sigma (una sola especificación), es decir un proceso que envasa 3,4 cajas de leche defectuosas por millón de unidades. Se utilizan, para el cálculo, los parámetros presentados en la Tabla 27.

Parámetro	Valor
$\sigma$	0,57 g
$C_{pk}$	2
K (Ley de L.C)	0,295
$Q_B$	1059,52 g
$C_{ui}$	\$ 2,90
$U_j$	475000 u
$U_i$	489250 kg

Tabla 27: Parámetros de análisis. Escenario ideal.



A modo ilustrativo se expone un diagrama de capacidad que representa al proceso descrito anteriormente (Figura 5-7).

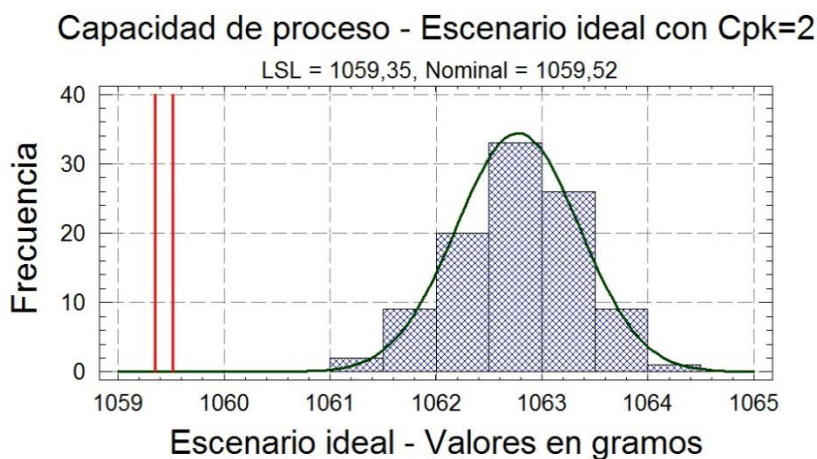


Figura 5-6: Capacidad de proceso para el estado ideal propuesto.

Con este escenario, puede calcularse el monto que la empresa no factura por tener un proceso no convenientemente controlado, entre otras causas (ver resultados en Tablas 28, 29 y 30).

Leche entera U.A.T.: análisis de productividad escenario ideal	Línea 1- Reposicionamiento de la media del proceso con $C_{pk}=2$			
	Mandíbula derecha		Mandíbula izquierda	
	Seteo inicial	Seteo modificado	Seteo inicial	Seteo modificado
Media	1086,54 g	1062,77 g	1086,54 g	1062,77 g
Límite de especificación inferior	1059,35 g		1059,35 g	
Exceso operativo unitario	23,77 g/u		23,77 g/u	
Exceso operativo por mandíbula	11,29 ton/mes		11,29 ton/mes	
$C_{pk}$	2			
Productividad inicial	0,94 kg/\$		0,94 kg/\$	
Productividad proyectada	1,07 kg/\$		1,07 kg/\$	
% Aumento de productividad	14,34%		14,34%	
$M_{ei}$	<b>65.481,25 \$/mes</b>			

Tabla 28: Reposicionamiento de la media del proceso en línea 1. Escenario ideal.



Leche entera U.A.T.: análisis de productividad escenario ideal	Línea 2- Reposicionamiento de la media del proceso con $C_{pk}=2$			
	Mandíbula derecha		Mandíbula izquierda	
	Seteo inicial	Seteo modificado	Seteo inicial	Seteo modificado
Media	1084,77 g	1062,77 g	1084,77 g	1062,77 g
Límite de especificación inferior	1059,35 g		1059,35 g	
Exceso operativo unitario	22,00 g/u		22,00 g/u	
Exceso operativo por mandíbula	10,45 ton/mes		10,45 ton/mes	
$C_{pk}$	2			
Productividad inicial	0,94 kg/\$		0,94 kg/\$	
Productividad proyectada	1,07 kg/\$		1,07 kg/\$	
% Aumento de productividad	13,21%		13,21%	
$M_{ei}$	<b>60.604,90 \$/mes</b>			

Tabla 29: Reposicionamiento de la media del proceso en línea 2. Escenario ideal.

<b><math>M_{ei}</math> (total línea 1+línea 2)</b>	<b>126.086,16 \$/mes</b>
<b><math>M_{ei}</math> (total línea 1+línea 2)</b>	<b>1.513.033,88 \$/año</b>

Tabla 30: Valores de  $M_{ei}$ . Escenario ideal.

Los cálculos arrojan un aumento en la productividad equivalente a 126.086,16 \$/mes considerando ambas líneas.

Entonces y concluyendo, si se parte de un proceso bajo control con una media de 1086,54 g, y un desvío de 0,57 g, la media de 1062,77 g, es función del valor de  $C_{pk} = 2$  preestablecido; el exceso operativo mensual y por mandíbula será de 11,29 (ton/mes), en la línea 1, mientras que en la línea 2 el valor es de 10,45 (ton/mes). Esto representaría para la empresa una mejora en la productividad de un millón y medio de pesos al año.



# CAPÍTULO 6

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES



## 6. Discusión y conclusiones

### 6.1. Corolario del desarrollo, potencialidad, puntos críticos del P.I.

En la actualidad, una empresa que persiga el objetivo de posicionarse en el mercado como líder, en determinado rubro, debe mantener una búsqueda constante de productividades. Éste es uno de los cimientos a los que puede adherir una empresa para incrementar sus márgenes de ganancia, una de las características principales ligada con la sostenibilidad del negocio.

Las herramientas del control estadístico de procesos son de gran utilidad para fundamentar alternativas de mejora de productividad. Para los procesos de tipo “una sola especificación”, como es este caso de estudio, las acciones que se toman, son soportadas en estos instrumentos de análisis.

En el caso de la empresa bajo estudio, se propone y analiza el aumento en la productividad mediante un reposicionamiento de la media del peso de producto contenido que se agrega en la operación de llenado. Por medio de esta acción, se ajusta el contenido nominal hacia un valor próximo al límite de especificación inferior, disminuyendo así, el exceso operativo. Una disminución de este valor, que se expresa en kilogramos, implica una reducción en la cantidad de producto que se entrega al cliente y no se factura. Esto se complementa con la realización de estudios estadísticos para reducir el nivel de riesgos, en cuanto a cumplimiento legal, de esta propuesta de mejora de productividad.

Para explotar al máximo la “libertad” del reposicionamiento de la media, es clave eliminar las causas especiales existentes en el proceso, señaladas en los capítulos 4 y 5 de este PI.

Durante la realización del presente trabajo se observa, a lo largo del tiempo, un comienzo de obsolescencia asociado al desgaste en los mecanismos de los equipos envasadores. Esto se ve reflejado en las señales de inestabilidad que se aprecian en las cartas de control. Este comportamiento queda evidenciado al analizar el estudio preliminar, que se presenta en el capítulo 4, versus lo desarrollado en el capítulo 5, donde se realiza una prueba o try-out con reposicionamiento de la media. El deterioro de los equipos se debe, en parte, al tipo de mantenimiento con el que la empresa dispone el cual es de tipo correctivo o “a rotura”. La implementación de un sistema de mantenimiento predictivo y preventivo en los equipos envasadores de leche larga vida, puede ser el inicio de un plan de trabajo para obtener un proceso bajo control con ausencia de causas asignables.

A continuación se citan los conceptos y criterios relevantes que aplican al trabajo:



- La variable de la operación analizada  $Q_{Bo}^*$ , es el peso bruto unitario observado ajustado, es de tipo “una sola especificación” siendo ésta la característica de control. El límite de especificación inferior que es el que aplica, queda impuesto por la Ley de Lealtad Comercial.
- El resultado del estudio preliminar evidencia que los límites naturales del proceso distan de manera significativa respecto de los límites de especificación técnica impuestos por la Ley N° 22.802 de Lealtad Comercial y su Resolución N° 800/97.
- La reducción de  $Q_{Bo}^*$  implica un aumento en los índices de productividad industrial a la vez que se define realizar este reposicionamiento manteniendo valores de capacidad adecuados, generando así las garantías para evitar posibles penalización por incumplimiento de la Ley de Lealtad Comercial.
- La presencia de comportamiento no normal que se observa en el análisis de datos, es un indicio de la existencia de causas asignables en la operación que se estudia.
- Si se eliminan las señales de inestabilidad para obtener un proceso controlado, y manteniendo el valor de la media de la operación, se reduce la variabilidad o desvío estándar. Esto permitiría lograr un valor del  $C_{pk}$  superior al obtenido y una productividad superior a la determinada.

## 6.2. Conclusiones

Este Proyecto Integrador estudia alternativas de mejora de productividad en la industria láctea, sustentado en el uso de herramientas del control estadístico de procesos. El estudio desarrollado propone acciones para lograr un aumento de la productividad en la línea de elaboración de leche larga vida, sin poner en riesgo de penalización a la empresa. Asimismo se analiza un escenario optimista, es decir, eliminando las causas especiales existentes.

Por otro lado, en este trabajo se estudia la aplicación de la Ley de Lealtad Comercial y su Resolución N° 800/97. El ente controlador y penalizador es la Dirección General de Defensa al Consumidor y se basa para estas acciones en la citada Ley. Se ha planteado a la operación de dosificado como la seleccionada para realizar el análisis.

Luego de presentar la discusión de los resultados centrales del P.I., se enuncian las conclusiones:

- Una de las opciones para poder lograr estabilizar el proceso es la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo y predictivo.



- Las herramientas aplicadas en este P.I. constituyen un punto de partida para solucionar ciertas falencias relativas al control de procesos y la mejora, que se presentan en el estudio de este caso en particular.
- El desarrollo de técnicas, generalmente utilizadas en la industria, como el análisis estadístico, estudios de estabilidad y cálculo de capacidad de proceso, brindan herramientas para fundamentar acciones con el objeto de obtener incrementos en la productividad; siendo este el principal objetivo de este proyecto.
- Como resultado de lo señalado en los párrafos anteriores, se concluye que mediante la aplicación de técnicas que respalden los cambios de proceso es posible incrementar el resultado operativo de la empresa y asegurar el cumplimiento de la legislación vigente; lo que significa lograr una conjunción entre garantía de altos estándares de calidad de los productos elaborados y excelencia en los resultados del negocio.
- La posibilidad de aplicar metodologías y conceptos relacionados a diversas áreas del conocimiento de la Ingeniería Industrial como son la organización industrial, fluidos (ref. a densidades), calidad, probabilidad y estadística, investigación operativa, mantenimiento industrial y planificación, en un rubro poco investigado y difundido pero con un extenso campo de acción como es la actividad en la industria alimenticia, me permitió acceder a nuevas perspectivas de conocimientos prácticos necesarios para el crecimiento profesional al igual que personal.
- Por otro lado, la realización de este Proyecto Integrador me dio la posibilidad comprender la importante misión que desempeña el Ingeniero Industrial en el seno de las organizaciones. Debido al extenso campo de acción que alcanza, tal como se pudo experimentar a lo largo de este trabajo, tanto en temas relacionados con cuestiones de índole humana y técnica como económica y de gestión; viéndome motivado a generar alternativas de solución a problemas de cualidades diversas.

### 6.3. Trabajos a futuro

En el caso de que se decida implementar el cambio planteado y probado, la empresa deberá centrarse en eliminar las causas especiales o asignables detectadas en el proceso estudiado en este Proyecto Integrador. Controlando la variabilidad que excede a las causas comunes, es factible modificar con menor incerteza el seteo de las máquinas envasadoras, desplazando la media de la operación de dosificado con el fin de obtener niveles aún superiores de productividad a los de la prueba realizada.



Otra posibilidad de trabajo es hacer extensivo este tipo de análisis a líneas de elaboración de otros productos que no estuvieron bajo el alcance de este P.I., El procedimiento y metodología para la obtención de datos, análisis y estudio y de resultados resultaría similar al planteado en este trabajo. Esta manera de analizar la operación de llenado, la cual involucra una sola especificación, permitirá obtener sucesivos aumentos de productividad.





# Apéndices

**Apéndice A** – Símbolos, términos y definiciones

**Apéndice B**- Constantes de cálculo

**Apéndice C**- Tablas utilizadas en el desarrollo del Proyecto Integrador

Tabla A – Constantes para gráficas de control

Tabla B- Distribución normal

Tabla C- Distribución t-Student

Tabla D- Distribución Chi-cuadrado

**Apéndice D** – Tecnologías en la industria láctea

**Apéndice E** – Operaciones comunes en la elaboración de productos lácteos

**Apéndice F**- Muestras obtenidas para el análisis de datos en la realización del P.I.

**Apéndice G** - Ley de Lealtad Comercial. Resolución N° 800/97

**Apéndice H**- Tablas utilizadas por la Dirección de Defensa al Consumidor para verificar el cumplimiento de la Ley de Lealtad Comercial

**Apéndice I**- Tablas de distribución de frecuencias- Test Chi-cuadrado

**Apéndice J**- Obtención de la masa utilizando la densidad del producto



## Apéndice A – Símbolos, términos y definiciones

$\bar{X}$  : media muestral.

S : desviación estándar muestral.

R : rango o recorrido.

$\mu$  : media del proceso.

$\sigma$  : desviación del proceso.

r : coeficiente de correlación muestral.

n : tamaño del subgrupo.

$\bar{\bar{X}}$ : media de los subgrupos.

$\mu_{\bar{X}}$ : media de las medias.

$\sigma_{\bar{X}}$  : desviación estándar de las medias.

$\bar{\bar{\bar{X}}}$ : media de las medias de los subgrupos.

LCS : límite de control superior

LC : línea central.

LCI: límite de control inferior.

$C_p$ : índice de capacidad del proceso.

$C_{pk}$ ,  $C_{pi}$ ,  $C_{ps}$ ,  $P_{pk}$ ,  $P_{pi}$ ,  $P_{ps}$ : índice de capacidad real o de aptitud del proceso.

$\Omega$ : ajuste de la balanza.

$Q_n$ : masa del contenido nominal o peso neto.

$\sum_i K_i$ : sumatoria de la masa de envase, tapa, etc.

$\rho$ : densidad.

$\beta$ : exceso operativo por unidad de producto.

$Q_{Bo}^*$ : peso bruto unitario observado ajustado.

$\bar{V}_i$ : volumen promedio de producción del producto i en unidades de peso.



$\bar{U}_i$ : unidades de producto planificadas a producir.

$C_{u_i}$ : precio del insumo por kilogramo de producto.

$\bar{P}_{X_i}$ : kilogramos de producto promedio producidos mensualmente.

$Me_i$ : monto mensual que la empresa pierde de facturar asociada al exceso operativo.

$\bar{Q}_B^*$ : media del proceso desplazada.

$J_i$ : kilogramos de producto envasado (ideales).

$J_r$ : kilogramos de producto envasado (reales).

$k$ : factor que depende del tamaño de la muestra (Ley de Lealtad Comercial).

$K$ : índice de localización.

$k'$ : número de intervalos para construcción de histograma.



### Apéndice B- Constantes de cálculo

Constantes de cálculo	Peso del envase (g)	Qn nominal (g)	Peso observado teórico (g)
U.A.T. entera	28,52	1030	1058,52
Densidad de la leche entera (g/cm <sup>3</sup> )	1,03	Las constantes de cálculo se obtienen utilizando la Resolución N°800/97 de la Ley de Lealtad Comercial.	
Error de la balanza área leche (g) (sistemático)	+ 2		
k (Resolución N° 800/97)	0,295 (es función del tamaño de muestra y tamaño del lote)		
T (Resolución N° 800/97)	0,015 (es función de Qn)		
Desvío	Función de las características de la muestra.		



## Apéndice C- Tablas utilizadas en el Proyecto Integrador

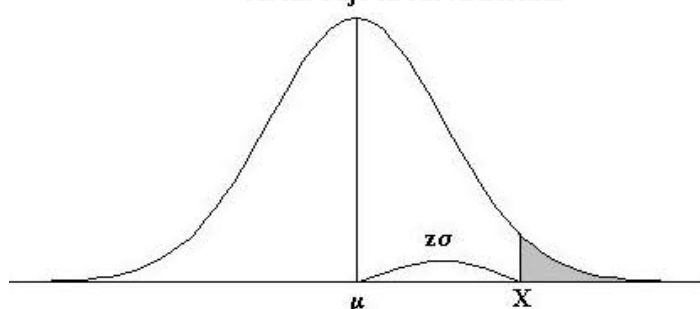
### Tabla A- Constantes para gráficas de control

Tamaño "n" de muestra	$\bar{X} - R$				$\bar{X} - s$			
	A <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>
2	1,880	1,128	-	3,267	2,659	0,798	-	3,267
3	1,023	1,693	-	2,574	1,954	0,886	.	2,568
4	0,729	2,059	-	2,282	1,628	0,921	-	2,266
5	0,577	2,326	-	2,114	1,427	0,940	-	2,089
6	0,483	2,534	-	2,004	1,287	0,952	0,030	1,970
7	0,419	2,704	0,076	1,924	1,182	0,959	0,118	1,882
8	0,373	3,847	0,136	1,864	1,099	0,965	0,185	1,815
9	0,337	2,970	0,184	1,816	1,032	0,969	0,239	1,761
10	0,308	3,078	0,223	1,777	0,975	0,973	0,284	1,716
11	0,285	3,173	0,256	1,744	0,927	0,975	0,321	1,679
12	0,266	3,258	0,283	1,717	0,886	0,978	0,354	1,646
13	0,249	3,336	0,307	1,693	0,850	0,979	0,382	1,618
14	0,235	3,407	0,328	1,672	0,817	0,981	0,406	1,594
15	0,223	3,472	0,347	1,653	0,789	0,982	0,428	1,572
16	0,212	3,532	0,363	1,637	0,763	0,984	0,448	1,552
17	0,203	3,588	0,378	1,622	0,739	0,985	0,466	1,534
18	0,194	3,640	0,391	1,608	0,718	0,985	0,482	1,518
19	0,187	3,689	0,403	1,597	0,698	0,986	0,497	1,503
20	0,180	3,735	0,415	1,585	0,680	0,987	0,510	1,490
21	0,173	3,778	0,425	1,575	0,663	0,988	0,523	1,477
22	0,167	3,819	0,435	1,566	0,647	0,988	0,534	1,466
23	0,162	3,858	0,443	1,557	0,633	0,989	0,545	1,495
24	0,157	3,895	0,451	1,548	0,619	0,989	0,555	1,445
25	0,153	3,931	0,459	1,541	0,606	0,990	0,565	1,435



**Tabla B- Distribución normal**

Áreas bajo la curva normal



**Ejemplo:**

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

$$P[Z > 1] = 0.1587$$

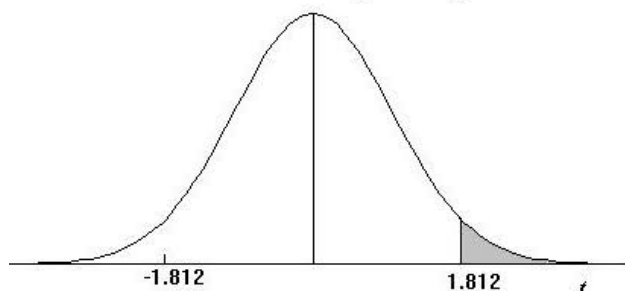
$$P[Z > 1.96] = 0.0250$$

Desv. normal x	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4980	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010



**Tabla C- Distribución t-Student**

Puntos de porcentaje de la distribución t



**Ejemplo**

Para  $\phi = 10$  grados de libertad:

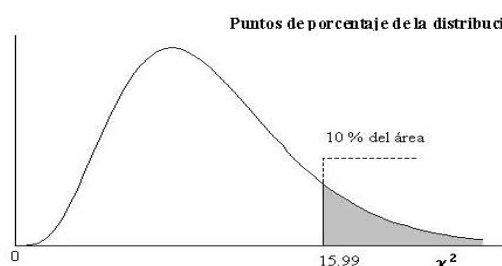
$$P[t > 1.812] = 0.05$$

$$P[t < -1.812] = 0.05$$

$\alpha$ $\Gamma$	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	636,578
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
$\infty$	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,290



**Tabla D- Distribución Chi-cuadrado**



**Ejemplo:**  
Para  $\phi = 10$  grados de libertad

$$P[\chi^2 > 15.99] = 0.10$$

$\frac{\pi}{\phi}$	0.995	0.99	0.975	0.95	0.9	0.75	0.5	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	$\frac{\pi}{\phi}$
1	3.93E-05	1.57E-04	9.82E-04	3.93E-03	1.58E-02	0.102	0.455	1.323	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88	1
2	1.00E-02	2.01E-02	5.06E-02	0.103	0.211	0.575	1.386	2.77	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60	2
3	7.17E-02	0.115	0.216	0.352	0.584	1.213	2.37	4.11	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84	3
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	1.923	3.36	5.39	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86	4
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	2.67	4.35	6.63	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75	5
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.20	3.45	5.35	7.84	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55	6
7	0.989	1.239	1.690	2.17	2.83	4.25	6.35	9.04	12.02	14.07	16.01	18.48	20.3	7
8	1.344	1.647	2.18	2.73	3.49	5.07	7.34	10.22	13.36	15.51	17.53	20.1	22.0	8
9	1.735	2.09	2.70	3.33	4.17	5.90	8.34	11.39	14.68	16.92	19.02	21.7	23.6	9
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	6.74	9.34	12.55	15.99	18.31	20.5	23.2	25.2	10
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	7.58	10.34	13.70	17.28	19.68	21.9	24.7	26.8	11
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	8.44	11.34	14.85	18.55	21.0	23.3	26.2	28.3	12
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	9.30	12.34	15.98	19.81	22.4	24.7	27.7	29.8	13
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	10.17	13.34	17.12	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3	14
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	11.04	14.34	18.25	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8	15
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.91	15.34	19.37	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3	16
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	12.79	16.34	20.5	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7	17
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	13.68	17.34	21.6	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2	18
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	14.56	18.34	22.7	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6	19
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	15.45	19.34	23.8	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0	20
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	16.34	20.3	24.9	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4	21
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	17.24	21.3	26.0	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8	22
23	9.26	10.20	11.69	13.09	14.85	18.14	22.3	27.1	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2	23
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	19.04	23.3	28.2	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6	24
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	19.94	24.3	29.3	34.4	37.7	40.6	44.3	46.9	25
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	20.8	25.3	30.4	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3	26
27	11.81	12.88	14.57	16.15	18.11	21.7	26.3	31.5	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6	27
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	22.7	27.3	32.6	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0	28
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	23.6	28.3	33.7	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3	29
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.6	24.5	29.3	34.8	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7	30
40	20.7	22.2	24.4	26.5	29.1	33.7	39.3	45.6	51.8	55.8	59.3	63.7	66.8	40
50	28.0	29.7	32.4	34.8	37.7	42.9	49.3	56.3	63.2	67.5	71.4	76.2	79.5	50
60	35.5	37.5	40.5	43.2	46.5	52.3	59.3	67.0	74.4	79.1	83.3	88.4	92.0	60
70	43.3	45.4	48.8	51.7	55.3	61.7	69.3	77.6	85.5	90.5	95.0	100.4	104.2	70
80	51.2	53.5	57.2	60.4	64.3	71.1	79.3	88.1	96.6	101.9	106.6	112.3	116.3	80
90	59.2	61.8	65.6	69.1	73.3	80.6	89.3	98.6	107.6	113.1	118.1	124.1	128.3	90
100	67.3	70.1	74.2	77.9	82.4	90.1	99.3	109.1	118.5	124.3	129.6	135.6	140.2	100
$Z_{\alpha}$	-2.58	-2.33	-1.96	-1.64	-1.28	-0.674	0.000	0.674	1.282	1.645	1.96	2.33	2.58	$Z_{\alpha}$

Para  $\phi > 100$  tórnese  $\chi^2 = \frac{1}{2} (Z_{\alpha} + \sqrt{2\phi - 1})^2$ .  $Z_{\alpha}$  es la desviación normal estandarizada correspondiente al nivel de significancia y se muestra en la parte superior de la tabla.





## Apéndice D – Tecnologías en la industria láctea

### 1. Tecnologías en la industria láctea

#### 1.1. Intercambiadores de calor de uso más frecuente en la industria láctea

Cuando se necesita transferir energía térmica a un fluido para calentarlo, para que cambie de fase o para enfriarlo, lo más común en la industria es usar otro fluido que posee una temperatura mayor o menor al primero (según sea el caso) y unas propiedades de transporte óptimas para el proceso particular. Estos dos fluidos se ponen en contacto térmico en equipos llamados “intercambiadores de calor”; estos equipos poseen diseños muy variados según los tipos de fluidos que van a intercambiar energía. Un intercambiador de calor es un equipo que facilita el intercambio de calor entre dos fluidos que se encuentran a temperaturas diferentes, evitando que se mezclen entre sí. Los más comunes se exponen a continuación.

##### 1.1.1. Intercambiadores de placas

Los intercambiadores de calor de placas, cuyo esquema se muestra en la Figura D-1, consisten en una serie de láminas conectadas en paralelo mediante un bastidor.

El producto y el fluido calefactor o de refrigeración, fluyen en canales alternos en capas finas para proporcionar buenas condiciones de transferencia de calor. (Figura D-2).

Las placas están selladas mediante juntas adheridas dentro de surcos perforados. Éstas se construyen de acero inoxidable pulido de 0.5 a 1.25 mm de espesor, separadas de 3 a 6 mm. La superficie de las placas presenta rugosidades con el objeto de incrementar el área de transferencia y aumentar la turbulencia del flujo con el objetivo de mejorar la eficiencia térmica.

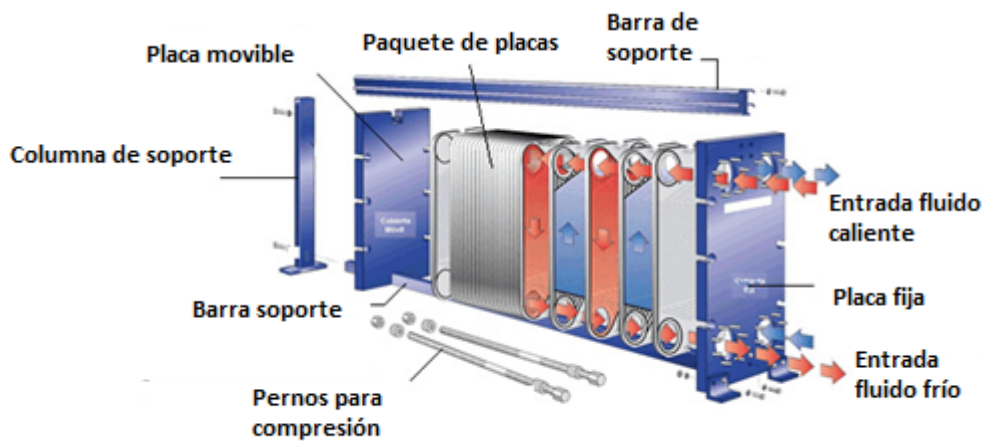


Figura D-1: Intercambiador de calor de placas.

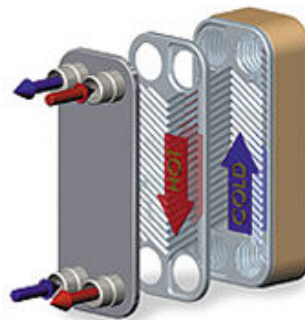


Figura D-2: Dirección de flujo de las corrientes frías y calientes.

### 1.1.2. Intercambiadores de calor tubulares

Estos intercambiadores de calor se utilizan para los productos lácteos tratados en UHT. El máximo tamaño de partícula del fluido tratado depende del diámetro del tubo. Desde el punto de vista de la transferencia de térmica, estos sistemas son menos eficientes que los de placas.



Figura D-3: Intercambiador de calor tubular.

Este tipo de intercambiador de calor opera con el clásico principio de la carcasa y tubos, con el fluido a tratar térmicamente fluyendo por el grupo de tubos internos y el fluido calo-portador entre y alrededor de los tubos (Figuras D-3 y D- 4).

La superficie de intercambio de calor es un haz de tubos rectos corrugados o tubos lisos unidos a una brida plana en ambos extremos.

Las bridas de los tubos están a su vez selladas respecto a la carcasa exterior por medio de un anillo doble.

El mono tubo es una variante de este dispositivo que solo contiene un conducto interior que permitirá el paso de partículas con un diámetro de hasta 50 mm.

Estos tipos de intercambiadores son ideales para operaciones que requieren altas temperatura como así también elevadas presiones (UHT).

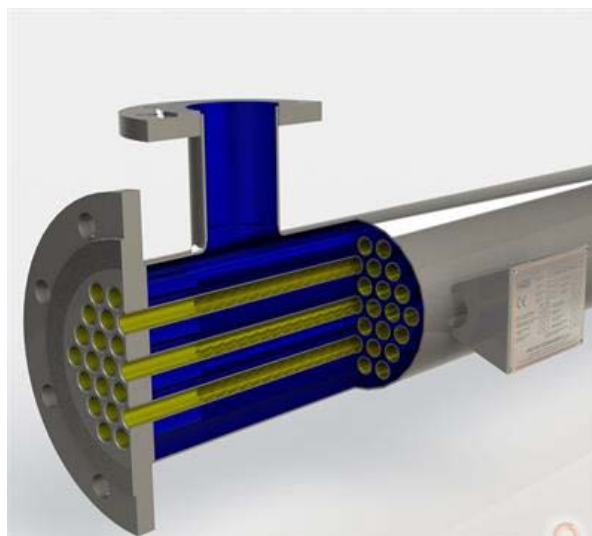


Figura D- 4: Intercambiador de calor tubular.

En la Tabla D-1, se presenta un cuadro comparativo entre los dos tipos de intercambiadores de calor.

<b>Características</b>	<b>Intercambiador de calor de placas</b>	<b>Intercambiador de calor tubular</b>
<b>Tipo de intercambio</b>	indirecto	indirecto
<b>Costo</b>	medio	alto
<b>Superficie de contacto</b>	placa	conjunto de tubos
<b>Operación en la que interviene</b>	pasteurización	esterilización
<b>Limpieza</b>	mediante CIP	mediante CIP
<b>Mantenimiento</b>	simple	complejo
<b>Medio calefactor</b>	agua	agua
<b>Trasferencia térmica</b>	alta eficiencia	menos eficiente que el de placas

Tabla D-1: Cuadro comparativo (intercambiadores de calor).

## 1.2. Tecnologías de envasado

### 1.2.1. Introducción

En el siguiente apartado se desarrollarán las tecnologías de envasado, así como también, los tipos de envase que se utilizan para la conservación de los productos lácteos analizados en este Proyecto Integrador.



### 1.2.2. Proceso de envasado máquina TBA brik

Este proceso consiste en el envasado de productos de forma aséptica y esterilizada en un formato tal como se observa en la Figura D- 5. Los productos envasados con este tipo de tecnología, Figura D- 6, tienen como fin una larga conservación y el valor agregado de ser un producto inocuo para el consumo humano. Este proceso mayormente se utiliza en productos lácteos, refrescos, jugos y bebidas alcohólicas, con el fin de tener una mayor conservación.



Figura D- 5: Envases Tetra Brik®.

Este sistema fue creado en base de tener una forma de conservar los alimentos sin tener que ser almacenados a bajas temperaturas y poderlos mantener frescos a temperatura ambiente sin que se alteren sus características propias por mucho más tiempo de lo normal.



Figura D- 6: Envasadora Tetra Brik®.

Como es un proceso de envasado también depende mucho de la forma como son tratados los productos antes de ser envasados, por eso hay que tener en cuenta que hay operaciones previas como la pasteurización, la ultra pasteurización, homogenización, que sin ellos el envasado no tendría el sentido que tiene para su



conservación. Es condición que los productos a contener en los envases presenten una carga de microorganismos baja o casi nula para asegurar su conservación.

Características del material del envase.

El material que manejan estas máquinas envasadoras consiste en una serie de capas, Figura D- 7, cuya función es evitar que la luz y el oxígeno deterioren la vida útil del producto; estas capas son:

- cuatro capas plásticas,
- una capa de aluminio,
- una de cartón.

Del exterior al interior del envase las capas o barreras de protección son las siguientes:

- Primera capa: polietileno que impermeabiliza el envase y protege los alimentos de la humedad atmosférica externa.
- Segunda capa: cartón que le da forma, estabilidad y rigidez al envase y en donde se realiza la impresión del diseño.
- Tercera capa: polietileno que permite la adhesión entre el cartón y la capa de aluminio.
- Cuarta capa: aluminio que actúa como barrera contra la luz y el oxígeno, es la capa más importante del envase. Gracias a este material, los alimentos permanecen completamente protegidos del medio ambiente, se garantiza la protección de sus vitaminas y nutrientes, evitando la formación de bacterias. La capa de aluminio es el elemento que marca la diferencia en los envases de Tetra Pak®.
- Quinta capa: polietileno que optimiza la adhesión del aluminio.
- Sexta capa: polietileno que previene el contacto del producto con las otras capas del envase. De esta forma ningún agente externo consigue atravesar el envase y contaminar los elementos.

El sellado del envase se realiza por aplicación de presión y alta frecuencia, sin utilizar pegamento alguno.

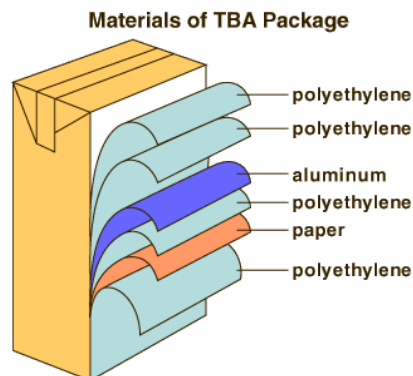


Figura D- 7: Componentes del envase.

### Mecánica del funcionamiento

La bobina de material pre-estampado se desenrolla pasando éste, a una primera estación del formado y codificado, donde se imprimen los datos y códigos de producción. Cuando el material llega a la parte superior del sistema se encuentra con un ambiente rico en peróxido de hidrógeno; el polvo y otros contaminantes son removidos de la parte interior del envase, paso anterior a la formación de un tubo que es llenado con el producto, y el envase es preparado para un sellado longitudinal, calentando el borde del material con un elemento afectado por aire esterilizado a una temperatura adecuada. El sellado longitudinal es terminado en el anillo formador. El tubo pasa entonces alrededor de un calentador que sube la temperatura hasta 132 °C. Este paso es muy importante ya que produce una etapa de esterilización y evapora los residuos de peróxido de hidrógeno. Todo el sistema debe estar continuamente con flujo de aire caliente y estéril. El paso final se produce con un sellamiento horizontal, evitando que quede aire en el interior para evitar una posterior oxidación del producto. El nivel de producto es automáticamente controlado por la mordaza del llenador minimizando la espuma. El sellado horizontal es producido por unas mordazas alternantes y calor por inducción, además cuando una de las mordazas sostiene el tubo, se pasa una corriente eléctrica a la capa de foil de aluminio, produciendo un sellado sobre la capa de polietileno.

Finalmente unas cuchillas cortan el envase del tubo y éstos son transportados al final de la estación donde los flaps de tapa y fondo son plegados y sellados al cartón, formando una especie de ladrillo (brik) lo que da nombre a este sistema.

En la Figura D- 8 se esquematiza el proceso de envasado y el recorrido del material de envase en el equipo.

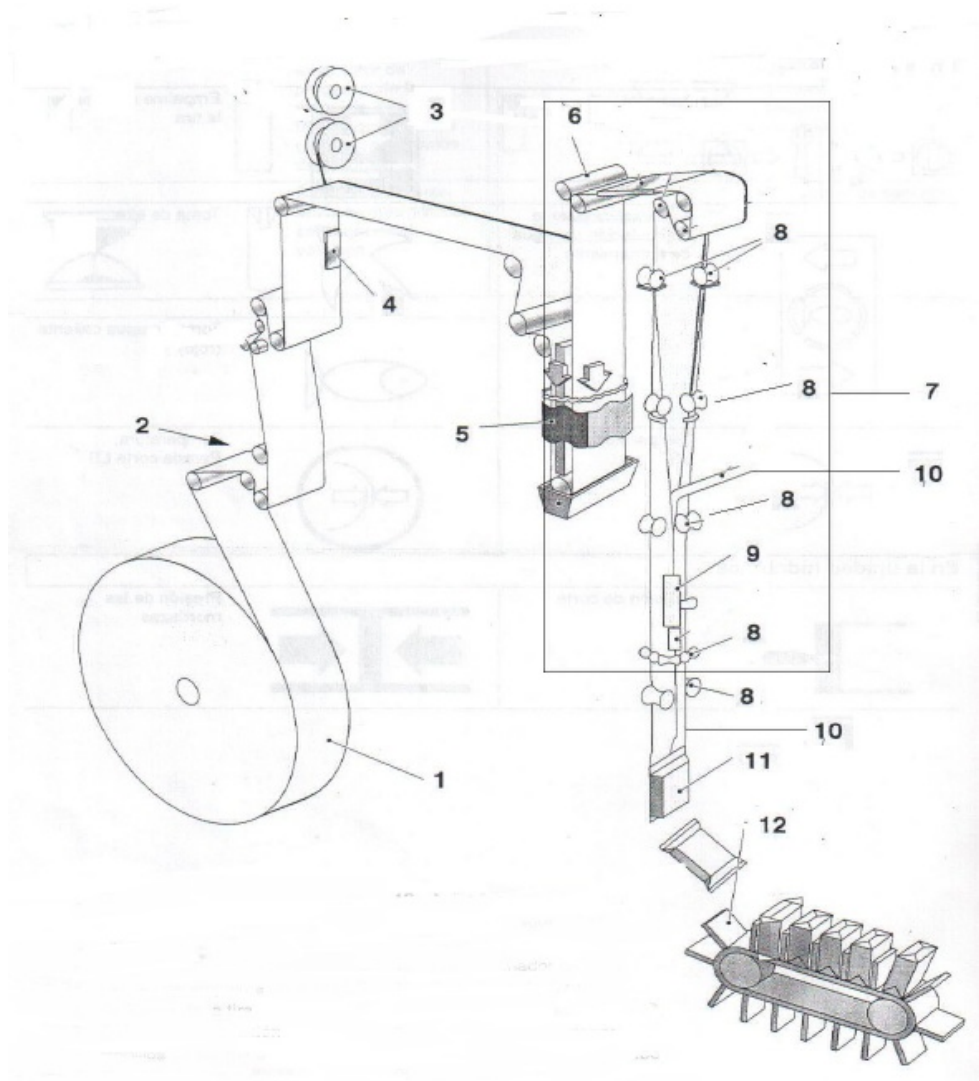


Figura D- 8: Recorrido del material de empaque en el equipo.

Las etapas del proceso de envasado se desarrollan a continuación:

1. Bobina de material de emvasado: es el inicio de proceso, el material principal y como se puede ver va en una bobina que permite el flujo continuo del mismo.
2. Almacén de la banda: son los rodillos por donde va el envase y donde se le hace el primer pre doblado antes de su esterilización.
3. Bobinas de tira LS: la tira LS es una cinta plástica que se une al empaque principal y su función es unir los lados del envase cuando está en su proceso de formación final.
4. Aplicador de tira: cumple la función de unir la tira LS al envase a través de un pulso eléctrico que genera calor y adhiere la cinta al material de envase.





5. Baño de esterilización: la función del baño de esterilización es pasar el material a través de un líquido desinfectante, ( $H_2O_2$ ) peróxido de hidrogeno a una temperatura de 75 – 80 °C esto lo que hace es limpiar el cartón y desinfectarlo, este baño esta hermético para que no ingrese cualquier foco que pueda contaminar el cartón antes del ingreso a la cámara aséptica y al proceso de llenado.
6. Rodillos de satinado o escurridores: su función es eliminar el excedente de ( $H_2O_2$ ) peróxido de hidrogeno, son dos rodillos de goma que hacen presión sobre el material y escurren el exceso de peróxido de hidrogeno por gravedad.
7. Cámara aséptica: en esta cámara es donde pasa el material de envase ya desinfectado y su función es mantener el material bajo unas condiciones de esterilidad sin que entre cualquier foco de contaminación, esta lo mantiene por medio de un aire estéril que oscila entre los 125 a 135 °C.
8. Rodillos formadores: la función de estos son de ir formando el material antes de la unión de sus lados.
9. Boquilla de la tira LS: esta se encuentra dentro de la cámara aséptica y su función es unir la tira o cinta LS que se aplicó en aplicador de tira que viene pegada en la parte izquierda del material de envase, para finalmente pasar al proceso de dosificado de producto esta boquilla de aire también trabaja con aire estéril y oscila entre los 270 a 350 °C.
10. Sistema de llenado: en este paso actúa un tubo dosificador ubicado dentro de la cama aséptica y dentro del empaque su función es mantener un flujo constante de producto, por medio de una válvulas de producto debidamente esterilizadas.
11. Sistema de mordazas: este va por un sistema de levas, su función es de realizar el corte al material de envase en forma unitaria a través de unas cuchillas que cortan el material y unos inductores de calor que sellan el material y su otra función es dar la formación al empaque; en este paso ya va el material con producto.
12. Plegadora final: su función es dar la formación final a la caja unir por medio de aire caliente las solapas como salen del sistema de mordazas, esta lo hace también individualmente por medio de una cadena alimentadora y finalmente guiarlo a la banda transportadora donde es fechado y se hace el proceso de control de calidad donde finalmente es empacado y puesto en cuarentena para su destino final.



### a) Ciclo de lavado

El ciclo se inicia antes del comienzo y después de la finalización de una producción; en este procedimiento lo que se hace es una limpieza interna de la máquina en su línea de producto. El objetivo es eliminar cualquier residuo que haya quedado después de finalizar la producción; este proceso se realiza periódicamente dependiendo de las horas de trabajo o dependiendo del producto que se haya empacado. El propósito del sistema CIP es eliminar los depósitos de compuestos orgánicos propios del proceso como precipitados de proteínas, hidratos de carbono, grasas, minerales y otros, que son la base nutricional para el crecimiento bacteriano y precursores de fenómenos de bio-corrosión. Un aspecto a tener en cuenta para la correcta limpieza es que la totalidad de la superficie interior, incluyendo todos los accesorios, se moje y que el agente de lavado fluya hacia fuera continuamente.

La limpieza de tuberías es también una limpieza química basada en los parámetros concentración y tipo de agentes de limpieza, temperatura y tiempo. La suciedad se disuelve químicamente y la velocidad de flujo debe ser adecuada para la descarga de las partículas desprendidas de suciedad. Los programas de lavado dependerán del producto, sistema y exigencias de sanitización. Los detergentes usados en esta aplicación pueden ser clasificados en sustancias ácidas o básicas:

- Los detergentes de limpieza alcalinas actúan como emulsionantes, disuelven proteínas y actúan como agentes bactericidas. El agente usado comúnmente es el hidróxido sódico (NaOH) en concentraciones del 2 al 2,5%. Este producto reacciona con las grasas depositadas y produce agentes tenso activos que mejoran el proceso de lavado.

- Las soluciones ácidas, orgánicas e inorgánicas usadas en concentraciones del 1 al 1,5% remueven depósitos de sales, incrustadas en el sistema, las cuales se forman en superficies calientes. Los ácidos usados normalmente son el ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) al 0.5% o el fosfórico ( $\text{H}_2\text{PO}_4$ ) 2%. Otros ácidos pueden ocasionar problemas de corrosión.

Aclarado intermedio: una vez terminada la limpieza con NaOH, la disolución CIP es vertida al alcantarillado.

- Circulación con ácido nítrico: una vez comprobada la concentración necesaria entre 1 y 1.5% de ácido nítrico, se eleva la temperatura de ésta a través del intercambiador de calor instalado. Una vez que se ha llegado a la temperatura de 70°C se recirculará durante un tiempo de 20 minutos.

- Vaciado de tuberías: una vez terminada la limpieza con ácido, la disolución CIP es vertida al alcantarillado.

El agua entra en el circuito durante un tiempo de 15 minutos. Este paso es muy importante porque es necesario para eliminar cualquier rastro de ácido en la línea de



producción. El software de control permite eliminar algunos pasos para hacer una limpieza rápida.

### **b) Ciclo de esterilización**

La esterilización es el proceso de eliminación de toda forma de vida microbiana, incluidas las esporas. Es un término absoluto que implica pérdida de la viabilidad o eliminación de todos los microorganismos contenidos en un objeto o sustancia. Este proceso es realizando después de finalizado el ciclo de lavado, la finalidad de este proceso es la destrucción microbiana a través de altas temperaturas que oscila entre los 125 y 135 °C y una sustancia química (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) peróxido de hidrogeno con una concentración entre 35 y 40 %.

### **1.2.3. Mecanismo y tecnología de las máquinas envasadoras de potes: yogur, dulce, crema**

La máquina envasadora de tipo rotativa trabaja en base a un movimiento de rotación intermitente y solo requiere de 2 operadores. Las estaciones son fácilmente accesibles para su limpieza y mantenimiento. Revestida totalmente en acero inoxidable. Su accionar es totalmente automático y consta de partes mecánicas, neumáticas y electrónicas.



Figura D- 9: Envasadora de dulce de leche.

Este tipo de máquina envasadora está diseñada para dispensar o llenar vasos plásticos con diferentes tipos de productos alimenticios, tapar los vasos, sellarlos, imprimirles la fecha de expiración y entregarlos a un operario para luego ser empacados. Todo este proceso lo realiza de manera totalmente automática (Figuras D- 9 y D- 10).

Los productos que se pueden dispensar o llenar con esta máquina pueden ser semisólidos o cremosos tales como dulce de leche, mermeladas de frutas, mayonesa, helados, manteca, arroz con leche, yogurt con frutas, jugos de frutas, cremas, miel, caldos, etc como también productos líquidos como agua, leche, te, café líquido, flan, gelatina, etc. Los envases usados son de tipo plástico con tronco



cónico de boca redonda de tamaño estándar comercial. Además están equipadas con un sistema de tapado o sellado por calor y presión utilizando tapas de aluminio termosellables.



Figura D- 10: Envasadora de pote.

Secuencia de funcionamiento:

1. El dispositivo alimentador de vasos dispensa uno a uno los vasos dentro de las cavidades del plato rotatorio.
2. La tolva es el recipiente que mantiene el producto a dispensar. Se pueden implementar mecanismos como agitador (para los productos que necesiten agitación continua) o doble chaqueta (para productos calientes) según sea el producto a dispensar.
3. Dispensación: El mecanismo de dispensación/llenado ajustable de tipo volumétrico controla el nivel de llenado de los vasos. Todo este sistema es desmontable.
4. Colocación de tapas: Cada tapa es posicionada sobre el vaso lleno por el sistema que toma las tapas por succión. Las tapas son almacenadas, para su colocación, en canales contenedores dispuestos a tal efecto.
5. Termo sellado de tapas: El cabezal termo-sellador aplica presión y calor contra la tapa termo-sellable y el vaso. El sellado de los envases con las tapas de aluminio se realiza por medio de aplicación de calor y presión.
6. Las guías de acumulación sostienen los vasos que van saliendo para ser recogidos por el operador. Mediante un mecanismo se realiza el retiro de los envases del plato alimentador permitiendo el posicionamiento de los mismos sobre la cinta de salida.
7. El plato, gira y se posiciona con precisión en cada estación durante la operación normal.
8. El panel de control contiene el interruptor principal con llave de seguridad, los conmutadores de encendido/apagado, apagado de emergencia y sus



indicadores luminosos, indicador luminoso de baja presión y medidor análogo de presión.

Otras variantes o características que tienen este tipo de máquinas:

- Posibilidad de cambio de formato de envases manteniendo el diámetro de la boca.
- Cinta transportadora de salida de envases.
- Colocación automática de sobre-tapa o sobre-pote plástico con cereal o fruta.
- Dosificador de caramelo líquido.
- Dosificador de caramelo líquido, dulce de leche y/o frutas.
- Dosificador de cereal.
- Dosificado de diferentes productos en un mismo envase.
- Tolva con control de nivel.

#### 1.2.4. Sachetadora

Para el envasado de los productos leche U.P. y yogur bebible, se utiliza una máquina envasadora de tipo sachetadora. Ésta máquina forma, llena y cierra en proceso continuo sachets de polietileno tricapa o laminados termosellables de ambas caras con barrera al oxígeno.



Figura D- 11: Sachetadora.



La máquina, Figura D- 11, recibe el material de envases impreso en bobinas. La recepción de las bobinas se produce en una sección ubicada en la parte trasera de la máquina, la lámina avanza hacia la parte superior a través de una serie de rodillos de guía pasando por una zona de radiación ultravioleta que esteriliza el material de empaque. Luego se conforma en manera descendente, movidos por un mecanismo de rodillos de goma siliconados. Se efectúa el desplazamiento a lo largo del tubo conformador y en forma intermitente se produce el sellado vertical y horizontal por medio de un adecuado mecanismo de soldadura.

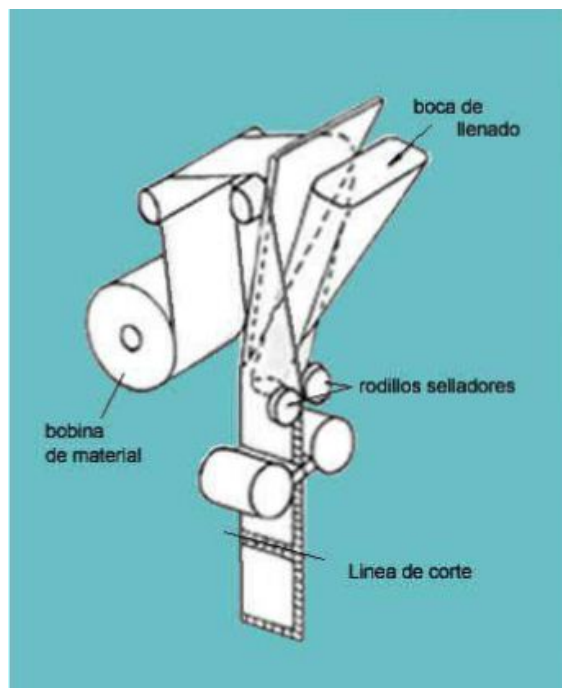


Figura D- 12: Recorrido del material de envase en el equipo sachetador.

Por exigencias especiales en productos alimenticios, como ser leche, yogur, grasas comestibles, etc., se emplea un sistema de soldadura horizontal, que al mismo tiempo que cierra la boca del sachet, suelda el fondo del que precede, separando uno de otro, lo que evita que restos de producto puedan quedar en la zona de sellado, lo que causaría cierres defectuosos, olores y sabor a quemado.

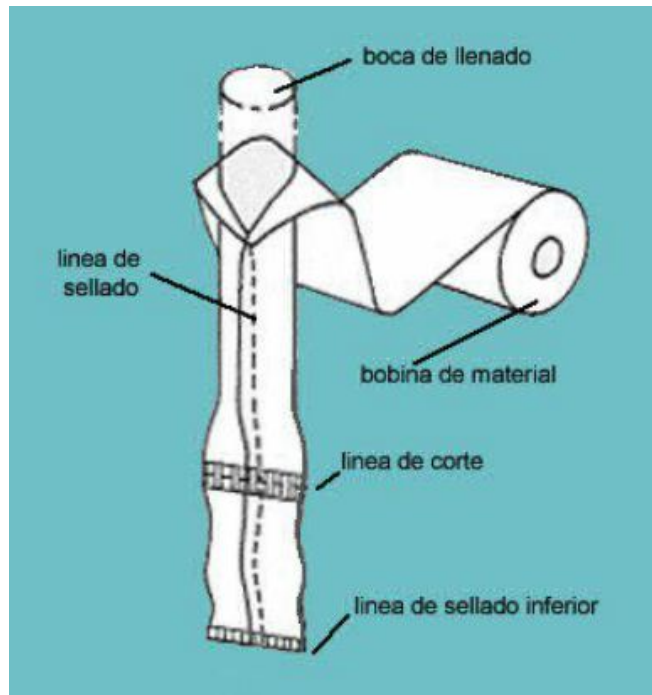


Figura D- 13: Sellado del envase.

La máquina, por sus características electrónicas, posee un cabezal explorador para centrar la impresión a lo largo del sachet. También un fechador neumático de marcación por transferencia en caliente, que es entregado sobre la línea de soldadura vertical de cada sachet (Figuras D-12 y D-13).



## **Apéndice E – Operaciones comunes en la elaboración de productos lácteos**

### **1.3. Operaciones comunes a los procesos de elaboración**

#### **1.3.1. Recepción de leche**

Una vez que el camión que transporta la leche cruda ingresa al Sector de Recepción, se realiza un muestreo para obtener una o más muestras representativas en volumen y calidad de la materia prima que ingresa.

A las muestras se les realizan ensayos físico-químicos y bacteriológicos.

Los ensayos físico-químicos se realizan en el Laboratorio de Recepción, donde los resultados obtenidos constituyen indicadores para la primera etapa de selección y, posterior destino de elaboración de la materia prima recibida.

Las pruebas realizadas son:

1. temperatura,
2. densidad,
3. acidez,
4. pH,
5. composición química,
6. antibióticos.

Los ensayos bacteriológicos son realizados en el Laboratorio Central, debido a su complejidad y mayor tiempo de ejecución.

#### **1.3.2. Lavadero de camiones**

Una vez vaciados los distintos tanques cisternas, estos se envían al Sector de Lavado, donde se higienizan interior y exteriormente, mediante soluciones de tipo alcalina o ácida en periodos de 15 minutos a una temperatura de 50 °C. Este proceso, asegura que el estado de las cisternas a la salida de planta, sea el requerido para mantener la calidad de la materia prima recolectada de los distintos establecimientos de ordeño.





### 1.3.3. Almacenamiento de leche cruda

Una vez recibida, la leche cruda se mantiene a una temperatura de 4 °C hasta ser procesada. Por lo tanto, el almacenamiento cubre el lapso de tiempo que transcurre entre la recepción y el inicio de las operaciones.

Los tanques de almacenado, Figura E- 1, están provistos de sistemas mecánicos de agitación y refrigeración para evitar la separación de la nata por efecto de la gravedad y mantener una temperatura adecuada.



Figura E- 1: Tanque de almacenamiento.

### 1.3.4. Clarificación y desnatado

La clarificación es una operación que tiene como misión la eliminación de las partículas orgánicas e inorgánicas, así como también los aglomerados de proteínas. Para realizar el clarificado la leche se filtra y somete a fuerzas centrífugas para eliminar la suciedad, las partículas más densas y otras partículas sólidas. Por ejemplo, puede haber células (leucocitos) del tejido de las ubres o células somáticas.

La operación de desnatado tiene como objeto la separación de la nata, modificando así, el contenido graso de la leche. Ambos procesos de separación se realizan por efecto de fuerzas centrífugas. Las centrifugas están constituidas por cuerpos cónicos. En su interior contienen una serie de placas separadas 2 mm, colocadas en paralelo con una inclinación de 60°, como se muestra en la Figura E- 2. La leche ingresa por la parte exterior de las placas y al subir entre ellas, las partículas con mayor densidad se dirigen a la periferia por acción de la fuerza centrífuga. Las partículas de menor densidad (nata), ascienden por el eje central de rotación. La



leche desnatada es transportada hacia el exterior mediante el conducto que se encuentra por debajo del de la nata.

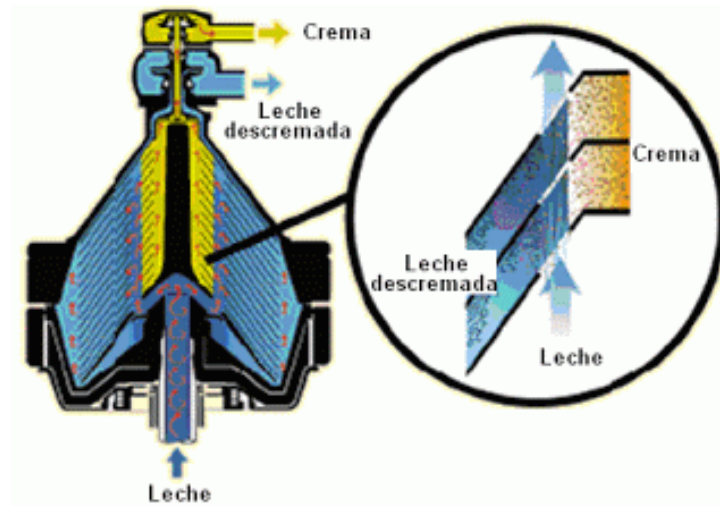


Figura E- 2: Centrifugadora.

### 1.3.5. Estandarización

La estandarización en grasa implica el ajuste del contenido graso de la leche mediante el agregado de leche desnatada o de nata, según se deba aumentar o disminuir su % graso (% MG). Ésta operación se realiza para cumplir con los estándares de la ley. Se obtienen resultados satisfactorios cuando se realiza el estandarizado a una temperatura de 50 °C.

### 1.3.6. Homogeneización de la leche

La homogeneización de la leche, cuya operación se muestra en la Figura E- 3, evita la separación de la nata y favorece una distribución homogénea de las partículas de grasa.

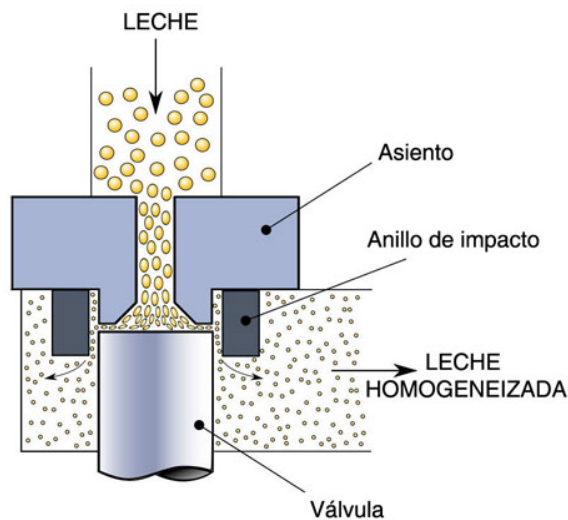


Figura E- 3: Homogeneización de la leche.

Mediante ésta operación se obtiene:

- glóbulos de grasa más pequeños sin formación de nata en la superficie,
- homogeneización en su color,
- reducción de la sensibilidad a los procesos de oxidación,
- mejor estabilidad de los productos lácteos acidificados (yogur).

Esta operación se realiza con el objetivo de reducir el tamaño de los glóbulos de grasa y evitar que asciendan a la superficie. Consiste en transportar el fluido a alta presión a través de un conducto que está parcialmente obstruido en la salida por una pieza cónica cilíndrica. La leche impacta a alta velocidad, con lo cual se disgrega el glóbulo de grasa a dimensiones del orden de 1 mm aproximadamente.

En este sector se produce un rápido descenso de la presión por el efecto Bernoulli, fenómeno que también favorece la ruptura de los glóbulos de grasa.

Al reducir el tamaño de los glóbulos grasos, se rompe la película proteica y así se cambia la estructura química de la leche.

Por esta razón la leche homogeneizada se deteriora y enrancia, más rápido, que la leche no homogeneizada.

La temperatura óptima de homogeneización es de 50 °C.



### 1.3.7. Tratamiento de pasteurización

La pasteurización es una operación de tratamiento térmico que tiene como principal objetivo la destrucción de los microorganismos patógenos nocivos para la salud de los consumidores, que puedan estar en el fluido, reduciéndolo hasta un número aceptable.

Un segundo fin es disminuir el número de microorganismos (MO) que puedan afectar la calidad de la leche y sus productos derivados.

La leche pasteurizada es leche entera, descremada o semidescremada, sometida a un proceso tecnológico adecuado para asegurar la destrucción de los MO patógenos no esporulados, donde se reduce significativamente el contenido microbiano total, sin modificación sensible de la naturaleza físico-química y características nutritivas y sensoriales del producto.

El Capítulo VIII Artículo 558 del Código Alimentario Argentino (C.A.A.) la define de la siguiente manera:

Que haya sido sometida a los siguientes tratamientos:

1. Selección.
2. Higienización previa por filtración o por medios mecánicos.
3. Estandarización
4. Homogeneización optativa.
5. Tratamiento térmico durante un tiempo y temperatura suficientes de acuerdo con el sistema aprobado por la autoridad sanitaria nacional.
6. Enfriada inmediatamente después del tratamiento térmico, a una temperatura no superior a 5 °C.
7. Envasada a continuación en envases perfectamente limpios, libres de contaminación, de preferencia esterilizada e inviolable, previamente aprobada por la autoridad sanitaria competente.
8. Mantenido a continuación de ser envasada, a una temperatura no superior a 8 °C.

El tratamiento térmico se ajusta en base a:

- La destrucción de *mycobacterium tuberculosis*: una de las bacterias patógenas no esporuladas mas termo resistentes.
- La termo-estabilidad de la fosfatasa alcalina (se desactiva a 71,7 °C durante 15 segundos).

En un gráfico donde se representa al tiempo de pasteurizado en función de la temperatura, se pueden trazar las curvas de tratamientos térmicos con efectos letales sobre las bacterias (Figura E- 4).

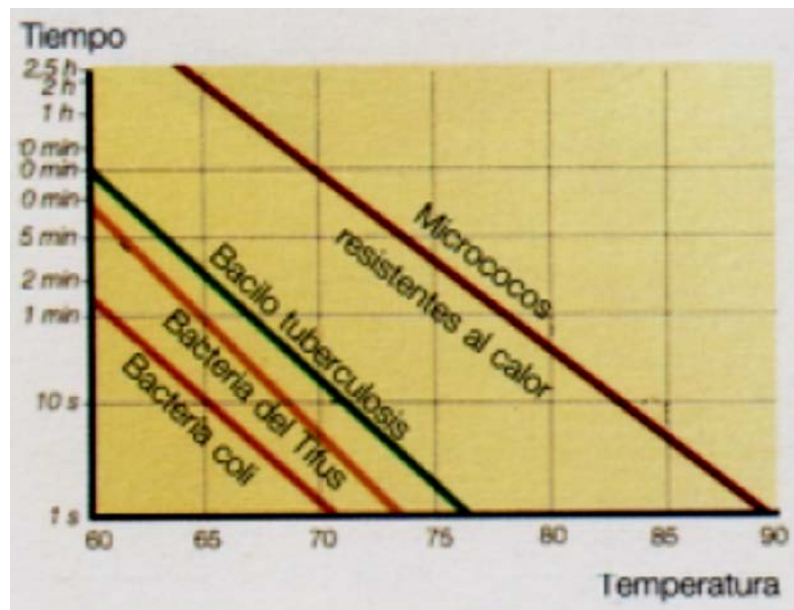


Figura E- 4: Tiempo de pasteurizado función de la temperatura.

Modalidades de pasteurización:

El tipo de pasteurización se clasifica en función a la temperatura y del tiempo de duración de la operación.

Pasteurización H.T.S.T. (High Temperature Short Time): 72-78 °C durante 15 segundos.

Pasteurización L.T.H. (Low Temperature Holding): 62-65 °C durante 30 segundos.

En la Tabla E-1 se especifican las ventajas y desventajas de cada tipo de pasteurización.



Pasteurización	Ventajas	Desventajas
H.S.T.S.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema continuo de alta capacidad.</li> <li>• Buena recuperación de calor.</li> <li>• No intercambia gases ni forma espuma.</li> <li>• Calentamiento uniforme en toda la masa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligero sabor a cocido (desaparece a las 48 horas).</li> <li>• Pérdida de calidad casearia: aumento del tiempo de coagulación.</li> <li>• Disminución de la velocidad de endurecimiento y consistencia final del coágulo.</li> </ul>
L.T.H.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantiene las propiedades físico- químicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas discontinuos de baja capacidad.</li> <li>• Pérdida de CO<sub>2</sub> e incorporación de O<sub>2</sub>.</li> <li>• Formación de espuma.</li> <li>• Calentamiento no uniforme.</li> <li>• No se recupera calor.</li> </ul>

Tabla E-1: Análisis de HSTS y LTH.

Luego de pasteurizada la leche se refrigera inmediatamente a 4 °C para impedir el crecimiento de los microorganismos y prolongar el tiempo de conservación.

### 1.3.7.1. Componentes básicos de un equipo pasteurizador

Una instalación de pasteurización, Figura E- 5, se compone de un equipo de calentamiento y uno de refrigeración. El equipo puede completarse con un recuperador de calor. Estos equipos pueden estar contruidos en bloque o de forma separada.

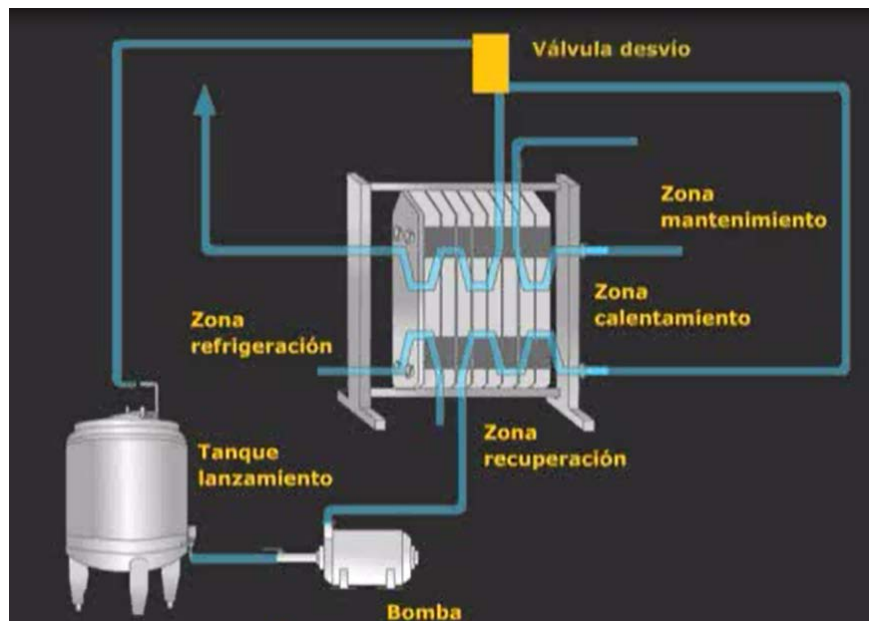


Figura E- 5: Circuito de pasteurizado.

Las partes de las que consta una instalación de pasteurizado son:

- Tanque/depósito: Este componente permite suministrar un caudal constante de leche. Además está equipado con una válvula y flotador que controla el nivel del líquido y la presión. Ésta impide la entrada de aire en el pasteurizador y proporciona el medio para la recirculación de leche desviada.
- Bomba de alimentación: Su función es la de transportar la leche bajo presión por el calentador.
- Zona de recuperación: La energía para calentar y enfriar puede ser ahorrada usando un regenerador que utiliza el contenido de calor de la leche pasteurizada para calentar la leche entrante fría.
- Zona de calentamiento: La operación de calentamiento o refrigeración se realiza mediante intercambiadores de calor. La cantidad de calor suministrada en una función del coeficiente de transmisión de calor de la pared metálica del intercambiador.
- Zona de mantenimiento: En esta etapa la leche debe mantenerse a temperaturas entre 72 y 78 °C durante 15 a 20 segundos para así eliminar los microorganismos termo resistentes. Para mantener la temperatura durante ese intervalo de tiempo, la leche circula por tubería de acero inoxidable aislada térmicamente.
- Válvula de desvío: Se activa cuando detecta temperatura insuficiente y desvía el flujo de fluido.

La leche cruda es transportada al intercambiador mediante el uso de la bomba. Allí es calentada inicialmente en la sección de recuperación al cruzarse con la leche ya pasteurizada. Luego, pasa a la sección de calentamiento donde su temperatura sube



hasta la temperatura de tratamiento gracias al calor aportado por el medio calefactor. En la sección de mantenimiento la temperatura no cambia durante el tiempo de tratamiento. A continuación la leche ya pasteurizada pasa a la sección de recuperación donde cede parte de su calor a la leche que está entrando al intercambiador, lo que hace que su temperatura comience a descender mientras que la de la leche cruda comienza a elevarse. Finalmente, en la sección de refrigeración, la leche se enfría hasta la temperatura de almacenamiento al cruzarse con el fluido refrigerante

### **1.3.8. Esterilización**

Posterior a la pasteurización, la leche se somete a tratamiento térmico de tipo ultra alta temperatura o Ultra High Temperature (UHT). Esta operación es aquella que somete al fluido a una temperatura de 150 °C durante 4 segundos.

Según el Capítulo el Código Alimentario Argentino (CAA), se entiende por esterilización a la operación térmica que aplicado al alimento asegura:

- Conservación sin alteraciones y buena calidad comercial durante un periodo suficientemente largo compatible con las necesidades comerciales.
- Ausencia de MO capaz de proliferar en el alimento, lo que significa la ausencia de toda alteración de origen microbiano.

En el sistema de esterilización de tipo indirecto, a diferencia de los directos donde el fluido entra en contacto con el medio calentador, el calor es transferido a través de la superficie de intercambio de calor y nunca entra en contacto con el mismo.

Los sistemas indirectos pueden utilizar intercambiadores de calor de placas, tubulares o de superficie rascada.

### **1.3.9. Sistemas de limpieza CIP (Clean In Place)**

Los sistemas automatizados CIP consisten en hacer circular agua de enjuague y soluciones de limpieza a través de tanques, tuberías y equipos de proceso sin necesidad de desmonte de los mismos. La elevada velocidad de flujo de los fluidos sobre la superficie de los equipos, genera un efecto de limpieza mecánica que remueve los depósitos de suciedad. Esto es de aplicación a la limpieza de redes y sistemas de tuberías, intercambiadores de calor, bombas, válvulas, etc.

Los programas CIP en la industria láctea difieren según las características del circuito que va a ser limpiado y, se aplican en función de la temperatura de la superficie a higienizar.

Se distinguen entre:

- Programas CIP para circuitos pasteurizadores y otros equipos con superficies calientes.





- Programas CIP para circuitos con redes de tuberías, tanques y otros equipos de proceso sin superficies calientes.

Un programa CIP para un circuito con pasteurizador puede consistir en las siguientes etapas:

1. Enjuague con agua caliente (65.5 - 71 °C) durante 10 minutos.
2. Circulación de una solución de detergente alcalino (0,5 - 1,0 %) durante 30 minutos, a 75 °C.
3. Enjuague con agua caliente (65.5 - 71 °C) durante 5 minutos.
4. Circulación de una solución de ácido nítrico (0,5 - 1,0%) durante 20 minutos, a 70 °C.
5. Enjuagado con agua fría (no mayor a 49 °C).
6. Enfriamiento gradual con agua fría durante 8 minutos.

Un programa CIP para un circuito con redes de tuberías, tanques y otros equipos de proceso sin superficies calientes, puede consistir en las siguientes etapas:

1. Enjuague con agua caliente (65.5 - 71 °C) durante 3 minutos.
2. Circulación de una solución con detergente alcalino al 0,5-1,5% a 75 °C durante 10 minutos.
3. Enjuague con agua caliente durante 3 minutos.
4. Desinfección con agua caliente a 90-95 °C durante 5 minutos.
5. Enfriamiento gradual con agua fría durante 10 minutos (normalmente no se realiza el enfriamiento de los tanques).



## Apéndice F- Valores correspondientes a las muestras obtenidas para la realización del P.I.

Etapa de análisis: estudio preliminar con reposicionamiento de la media.

Muestras correspondientes a la mandíbula derecha e izquierda de ambas líneas de leche U.A.T.

Tamaño de cada muestra: 74 datos

Tamaño de subgrupo: 2 datos

Producto: leche entera U.A.T. (valores en gramos)				
Muestra	Línea 1		Línea 2	
	Mandíbula derecha	Mandíbula izquierda	Mandíbula derecha	Mandíbula izquierda
1	1074,7	1079,6	1074,6	1074,1
	1075,1	1078,9	1074,7	1074,9
2	1072,1	1077,6	1073,4	1074,4
	1073,3	1076,7	1074,4	1074,2
3	1075,1	1078,1	1075,2	1074,4
	1074,5	1079,7	1074,6	1074,6
4	1072,1	1076,1	1074,0	1074,9
	1075,1	1075,6	1073,5	1073,6
5	1073,4	1078,1	1073,8	1073,1
	1075,6	1074,6	1072,9	1074,7
6	1072,5	1076,6	1073,6	1074,4
	1072,4	1075,5	1074,0	1074,6
7	1071,9	1075,1	1074,5	1074,3
	1074,2	1076,3	1073,9	1074,1
8	1071,9	1075,7	1074,2	1074,1
	1074,4	1074,4	1074,1	1074,7
9	1072,3	1075,2	1075,4	1074,8
	1073,2	1075,2	1076,7	1075,1
10	1072,2	1075,3	1073,7	1074,3
	1071,8	1076,4	1074,6	1074,5
11	1072,3	1075,1	1074,2	1074,4
	1070,9	1076,5	1074,5	1074,2
12	1069,9	1075,3	1075	1075,1
	1070,9	1075,9	1075,2	1074,8
13	1071,5	1076,7	1074,0	1073,8
	1071,6	1076,3	1074,6	1074,9



Producto: leche entera U.A.T. (valores en gramos)				
Muestra	Línea 1		Línea 2	
	Mandíbula derecha	Mandíbula izquierda	Mandíbula derecha	Mandíbula izquierda
14	1073,5	1077,4	1073,2	1073,6
	1072,4	1074,5	1072,8	1074,2
15	1070,5	1075,2	1074,1	1073,4
	1070,1	1075,8	1074,8	1074,3
16	1070,2	1074,2	1074,1	1073,5
	1072,7	1077,4	1075,0	1073,6
17	1073,6	1075,5	1075,1	1074,7
	1071,3	1076,3	1075,0	1074,2
18	1070,1	1075,6	1075,4	1074,2
	1069,4	1075,4	1074,8	1073,7
19	1071,5	1075,4	1075,3	1074,6
	1071,1	1074,5	1075,1	1074,3
20	1072,3	1076,8	1074,5	1074,1
	1072,8	1075,2	1074,8	1075,0
21	1071,4	1074,7	1073,5	1074,3
	1071,3	1076,1	1073,4	1073,6
22	1070,1	1075,8	1074,6	1074,1
	1073,9	1074,8	1075,0	1074,6
23	1071,9	1075,5	1075,1	1073,6
	1071,4	1076,6	1074,6	1074,5
24	1067,5	1075,1	1075,3	1074,3
	1073,1	1075,7	1074,2	1073,9
25	1070,1	1075,1	1073,7	1073,6
	1071,1	1077,2	1074,6	1073,6
26	1074,3	1076,7	1074,8	1074,1
	1071,2	1075,6	1074,7	1073,9
27	1068,2	1074,9	1075,1	1074,2
	1071,2	1076,1	1074,5	1074,1
28	1070,1	1075,5	1074,1	1074,4
	1069,9	1073,6	1073,9	1074,2
29	1070,3	1076,3	1074,8	1075,0
	1070,4	1075,7	1074,6	1074,1
30	1070,1	1075,4	1073,9	1073,7
	1071,9	1075,6	1074,5	1073,7
31	1070,3	1075,6	1075,7	1074,3
	1070,9	1074,9	1074,6	1073,4



Producto: leche entera U.A.T. (valores en gramos)				
Muestra	Línea 1		Línea 2	
	Mandíbula derecha	Mandíbula izquierda	Mandíbula derecha	Mandíbula izquierda
32	1071,3	1075,8	1074,6	1074,2
	1070,8	1075,1	1074,5	1074,6
33	1071,1	1076,3	1074,1	1073,6
	1070,9	1074,9	1074,6	1074,2
34	1072,1	1075,6	1073,9	1074,5
	1071,6	1074,8	1074,5	1073,9
35	1070,6	1075,8	1074,6	1074,5
	1070,9	1076,2	1074,8	1074,7
36	1071,1	1076,4	1074,6	1074,6
	1070,1	1075,8	1073,9	1075,1
37	1071,3	1075,9	1074,6	1074,6
	1070,9	1076,1	1074,5	1074,1



## **Apéndice G - Ley de Lealtad Comercial. Resolución N° 800/97**

Secretaría de Industria, Comercio y Minería

### **Lealtad comercial**

#### **Resolución N°800/97**

Norma que deberán cumplir los productos pre-medidos para su comercialización en el mercado interno.

Bs. As., 21/8/97.

B. O.: 27/8/97.

VISTO el Expediente N° 034-004.392/96 del Registro del MINISTERIO DE ECONOMIA Y OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS, y las Leyes Nros. 22.802 y 23.981, y

#### **Considerando:**

Que con la finalidad de satisfacer el objetivo de constituir un Mercado Común, los Estados partes signatarios del Tratado de Asunción aprobado por Ley N° 23.981 han decidido reglamentar las tolerancias que en cuanto a su contenido neto expresado en unidades de masa o volumen deben cumplir los productos pre-medidos.

Que en cumplimiento de tal decisión el Grupo Mercado Común, en su carácter de órgano ejecutivo del referido Tratado, ha dictado la Resolución N° 91/94 donde se fijan los criterios para la toma de muestras, de aceptación y rechazo, y las tolerancias mencionadas.

Que por lo tanto corresponde adoptar e incluir en la legislación nacional el reglamento dictado por el Grupo Mercado Común.

Que, sin alterar lo dispuesto por el Grupo Mercado Común, resulta conveniente para facilitar la aplicación de la norma, modificar la diagramación de las tablas del Anexo I, así como explicar más claramente los criterios para la determinación de la tara de los envases.

Que el Servicio Jurídico Permanente del MINISTERIO DE ECONOMIA Y OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS ha tomado la intervención que le compete.

Que procede hacer uso de las facultades conferidas por el Artículo 12 de la Ley N° 22.802, y el Decreto N° 1450 del 12 de diciembre de 1.996.

Por ello,



El secretario de industria, comercio y minería

## **RESUELVE:**

Artículo 1°- Los productos pre-medidos para su comercialización en el mercado interno, y cuyo contenido neto esté expresado en unidades de masa o volumen de entre CINCO (5) y VEINTICINCO MIL (25.000) gramos (g.) o mililitros (ml.) o centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup>), deberán cumplir con lo establecido en el Anexo I de la presente Resolución.

Art. 2°- Las infracciones a lo dispuesto en la presente Resolución serán sancionadas conforme lo dispuesto por la Ley N° 22.802.

Art. 3°- Derógase la Resolución ex-SECRETARIA DE COMERCIO N° 156 del 13 de junio de 1.983 en lo que se oponga a lo establecido en la presente.

Art. 4°- La presente Resolución comenzará a regir a partir de los CIENTO OCHENTA (180) días de la fecha de su publicación en el Boletín Oficial.

Art.5°- Comuníquese, publíquese, dese a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese. -Alieto A. Guadagni.

ANEXO I A LA RESOLUCION S.I.C. y M. N° 800

## **MUESTREO Y TOLERANCIAS DE PRODUCTOS PRE-MEDIDOS:**

### **1. APLICACION**

El presente reglamento se aplicará para la verificación de los contenidos netos de los productos pre-medidos, etiquetados, con contenido nominal igual, expresado en masa o volumen en unidades del SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES, para aquellos casos particulares de aplicación se armonizarán criterios específicos basados en legislación internacional.

### **2. DEFINICIONES**

#### **2.1. PRODUCTO PRE-MEDIDO:**

Es todo producto envasado y medido sin la presencia del consumidor y en condiciones de comercializarse.

#### **2.2. PRODUCTO PRE-MEDIDO DE CONTENIDO NOMINAL IGUAL:**

Es todo producto envasado y medido sin la presencia del consumidor, con igual contenido nominal y predeterminado en el envase durante el proceso de fabricación.



### **2.3. CONTENIDO EFECTIVO:**

El contenido efectivo de un envase es la cantidad del producto que realmente contiene.

### **2.4. CONTENIDO EFECTIVO ESCURRIDO:**

Es la cantidad de producto que efectivamente contiene el envase, descontando cualquier líquido, solución, caldo, etc., según la metodología a aplicarse.

### **2.5. CONTENIDO NOMINAL ( $Q_n$ ):**

Es el contenido neto de producto declarado en el envase.

### **2.6. ERROR EN MENOS, CON RELACION AL CONTENIDO NOMINAL:**

El error en menos del contenido en un envase es la diferencia en menos entre el contenido efectivo y el nominal del mismo.

### **2.7. INCERTIDUMBRE DE MEDICION DEL CONTENIDO NETO O EFECTIVO:**

La incertidumbre en la medición debe estar comprendida en el intervalo de incertidumbre  $+ 0,2 T$  ( $T$  se halla en la Tabla I).

### **2.8. LOTE:**

#### **2.8.1. EN FÁBRICA**

Es el conjunto de artículos de un mismo tipo, procesados por un mismo fabricante o fraccionados en un espacio de tiempo determinado, en condiciones esencialmente iguales. Se considera espacio de tiempo determinado, la producción de una hora, siempre que las cantidades de productos sean igual o superior a 150 unidades.

En el caso que la cantidad supere las 10.000 unidades el excedente podrá formar nuevo/s lote/s.

#### **2.8.2. EN DEPÓSITO:**

En el depósito el lote está referido a todas las unidades de un mismo tipo de producto siempre que el número de las mismas sea superior a 150. En el caso que la cantidad supere las 10.000 unidades el excedente podrá formar nuevo/s lote/s.

#### **2.8.3. PUNTO DE VENTA:**

En depósito o punto de venta el lote está referido a todas las unidades de un mismo tipo de producto. En caso de que supere las 10.000 unidades el excedente podrá formar nuevo/s lote/s.



El establecimiento de lotes menores a 150 (50-149) unidades queda restringido a aquellos casos en los que resulte imposible reunir dicha cantidad.

### **2.9. CONTROL DESTRUCTIVO:**

Es el control que requiere la apertura o destrucción de envases a ensayar.

### **2.10. CONTROL NO DESTRUCTIVO:**

Es el control que no requiere la apertura o destrucción de envases a ensayar.

### **2.11. TOLERANCIA INDIVIDUAL (T):**

Es la diferencia permitida en menos entre el contenido declarado y el efectivo.

### **2.12. MUESTRA DEL LOTE - TOMA DE MUESTRA:**

Es la cantidad de productos pre-medidos retirados aleatoriamente del lote y que será efectivamente controlada.

### **2.13. MUESTRA PARA LA TARA EN EL CONTROL NO DESTRUCTIVO:**

Es la muestra retirada para estimar la masa del envase de los productos pre-medidos.

#### **2.13.1. Peso del envase en línea de producción:**

2.13.1.1. Si el peso del envase fuera inferior a cinco por ciento (5 %) del contenido nominal, será usado el valor medio de una muestra de veinticinco (25) envases, despreciándose la desviación estándar resultante.

2.13.1.2. Si el peso del envase fuera mayor que el cinco por ciento (5 %) del contenido nominal, será usado un valor medio de veinticinco (25) envases siempre que su desviación estándar sea menor que 0,25 T.

2.13.1.3. Si el peso del envase fuera mayor que el cinco por ciento (5 %) del contenido nominal y su desviación estándar fuese mayor que 0,25 T, será hecho el ensayo destructivo individual de envases de la muestra.

#### **2.13.2. Peso del envase en el depósito o punto de venta:**

2.13.2.1. Si el peso del envase fuera inferior al cinco por ciento (5 %) del contenido nominal será usado un valor medio de una muestra de seis (6) envases, despreciándose la desviación estándar resultante.

2.13.2.2. Si el peso del envase fuera mayor que el cinco por ciento (5 %) del contenido nominal, será usado un valor medio de seis (6) envases siempre que su desviación estándar sea menor que 0,25 T.





2.13.2.3. Si el peso del envase fuera mayor que cinco por ciento (5 %) del contenido nominal y su desviación estándar fuera mayor que 0,25 T será hecho el ensayo destructivo individual de los envases de la muestra.

#### **2.14. MEDIA ARITMETICA DE LA MUESTRA ( $\bar{X}$ ):**

Está representada por la siguiente ecuación:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

$X_i$ : es el contenido efectivo de cada producto.

$n$ : es el número de productos.

#### **2.15. DESVIACION ESTANDAR DE LA MUESTRA (S):**

Está representada por la siguiente ecuación:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

$X_i$ : es el contenido efectivo de cada producto.

$n$ : es el número de productos.



### 3. TOLERANCIAS INDIVIDUALES ADMITIDAS PARA MASA Y VOLUMEN

**TABLA I:**

Tolerancia individual ( T )		
Contenido nominal g o ml o cm <sup>3</sup>	Porcentaje de Q <sub>n</sub> (%)	g, ml o cm <sup>3</sup>
5 a 50	9	-
50 a 100	-	4,5
100 a 200	4,5	-
200 a 300	-	9
300 a 500	3	-
500 a 1.000	-	15
1.000 a 10.000	1,5	-
10.000 a 15.000	-	150
15.000 a 25.000	1	-

Q<sub>n</sub>: es el contenido nominal del producto

Estos valores de T serán redondeados hasta la siguiente décima de g o ml para Q<sub>n</sub> menor que o igual a 1.000 g o ml o cm<sup>3</sup> y al siguiente entero para Q<sub>n</sub> mayor de 1000 g o ml o cm<sup>3</sup>.

#### 4. Criterios de aprobación del lote:

El lote sometido a verificación es aprobado cuando las condiciones 4.1. y 4.2. son simultáneamente atendidas.

#### 4. 1. CRITERIO PARA EL PROMEDIO:

$$\bar{X} \geq Q_n - k \cdot S$$

$\bar{X}$ : es el promedio de la muestra.

Q<sub>n</sub>: es el contenido nominal del producto.

S : es el desviación estándar.

k : es el factor que depende del tamaño de la muestra obtenido de la TABLA II.



**TABLA II**

Tabla II			
Tamaño de Lote	Tamaño de la Muestra	K	Criterio de aceptación para el promedio
50 a 149	20	0,640	$\bar{X} \geq Q_n - k \cdot S$
150 a 4.000	32	0,495	$\bar{X} \geq Q_n - k \cdot S$
4.001 a 10.000	80	0,295	$\bar{X} \geq Q_n - k \cdot S$

**4.2 CRITERIO INDIVIDUAL:**

4.2.1. Es admitido un máximo de "c" unidades debajo de  $Q_n - T$ ; donde:

$Q_n$ : es el contenido nominal del producto.

T: es la tolerancia individual entre el contenido declarado y el efectivo obtenida de la TABLA I.

c: es el número admitido de unidades en defecto obtenido de la TABLA III.

**TABLA III**

Tabla III		
Tamaño de Lote	Tamaño de Muestra	Criterio de aceptación individual (c)
50 a 149	20	1
150 a 4.000	32	2
4.001 a 10.000	80	5



**Apéndice H- Tablas utilizadas por la Dirección de Defensa al Consumidor para verificar el cumplimiento de la Ley de Lealtad Comercial**

*Sin Infraz*

PLANILLA PARA CONTROL DE CONTENIDOS NETOS									
PRODUCTO: <i>Azúcar Blanco Refi</i>					FECHA: <i>1</i> / 2011.				
MARCA: <i>Frontonza</i>					LOTE: <i>100</i> unidades.				
CONT. NETO NOMINAL (Qn): <i>1000 grs</i>					MUESTRA DEL LOTE: <i>20</i> unidades				
TOLERANCIA INDIVIDUAL (T): <i>15 grs</i>					Qn - T = $(1000 - 15) = 985 \text{ grs}$				
ANEXO DEL ACTA N°									
CONTENIDO NETO EFECTIVO (valores expresados en g)									
1	<i>1011,75</i>	17	<i>1008,23</i>	33		49		65	
2	<i>990,60</i>	18	<i>999,60</i>	34		50		66	
3	<i>1006,72</i>	19	<i>1000,22</i>	35		51		67	
4	<i>989,79</i>	20	<i>1005,97</i>	36		52		68	
5	<i>1006,01</i>	21		37		53		69	
6	<i>1004,35</i>	22		38		54		70	
7	<i>1007,29</i>	23		39		55		71	
8	<i>1011,96</i>	24		40		56		72	
9	<i>989,42</i>	25		41		57		73	
10	<i>1007,19</i>	26		42		58		74	
11	<i>1007,69</i>	27		43		59		75	
12	<i>1007,12</i>	28		44		60		76	
13	<i>990,41</i>	29		45		61		77	
14	<i>999,52</i>	30		46		62		78	
15	<i>990,82</i>	31		47		63		79	
16	<i>1012,82</i>	32		48		64		80	
MASA DEL ENVASE: <i>8,62 grs</i> Promedio de 6 envases									
PROMEDIO OBTENIDO (X) = <i>1002,375</i> <i>1002,375</i>									
DESVIACIÓN ESTÁNDAR O DESVÍO PATRÓN (S) = <i>7,848</i> <i>7,848</i>									
PROMEDIO MÍNIMO ACEPTADO (Qn - K.S) = <i>994,98</i> $1000 - (0,640 \cdot 7,848)$									
UNIDADES PERMITIDAS DEBAJO DE Qn - T: <i>1</i>									
UNIDADES OBTENIDAS DEBAJO DE Qn - T: <i>ninguna</i>									

*Bien*

*Tabla II*



**Tablas utilizadas por la Dirección de Defensa al Consumidor para verificar el cumplimiento de la Ley de Lealtad Comercial (continuación)**

PLANILLA PARA CONTROL DE CONTENIDOS NETOS													
PRODUCTO: <i>Cal Hidratada</i>					FECHA: <i>20/10/2011</i>								
MARCA: <i>PLANALEY</i>					LOTE: <i>70 unidades.</i>								
CONT. NETO NOMINAL (Qn): <i>25 Kg</i>					MUESTRA DEL LOTE: <i>20 unidades</i>								
TOLERANCIA INDIVIDUAL (T): <i>0,25 Kg</i>					Qn - T = <i>24,75 Kg. / 22,75</i>								
ANEXO DEL ACTA N°													
CONTENIDO NETO EFECTIVO (valores expresados en Kg)													
1	<i>22,65</i>	17	<i>23,90</i>	33	<del>49</del>	<del>65</del>	2	<i>24,55</i>	18	<i>25,70</i>	34	<del>50</del>	<del>66</del>
3	<i>24,85</i>	19	<i>24,55</i>	35	<del>51</del>	<del>67</del>	4	<i>24,85</i>	20	<i>25,15</i>	36	<del>52</del>	<del>68</del>
5	<i>23,30</i>	21	<del>_____</del>	37	<del>53</del>	<del>69</del>	6	<i>24,70</i>	22	<del>_____</del>	38	<del>54</del>	<del>70</del>
7	<i>23,65</i>	23	<del>_____</del>	39	<del>55</del>	<del>71</del>	8	<i>24,45</i>	24	<del>_____</del>	40	<del>56</del>	<del>72</del>
9	<i>24,05</i>	25	<del>_____</del>	41	<del>57</del>	<del>73</del>	10	<i>24,90</i>	26	<del>_____</del>	42	<del>58</del>	<del>74</del>
11	<i>23,70</i>	27	<del>_____</del>	43	<del>59</del>	<del>75</del>	12	<i>23,60</i>	28	<del>_____</del>	44	<del>60</del>	<del>76</del>
13	<i>24,75</i>	29	<del>_____</del>	45	<del>61</del>	<del>77</del>	14	<i>24,75</i>	30	<del>_____</del>	46	<del>62</del>	<del>78</del>
15	<i>24,50</i>	31	<del>_____</del>	47	<del>63</del>	<del>79</del>	16	<i>23,60</i>	32	<del>_____</del>	48	<del>64</del>	<del>80</del>
MASA PROMEDIO DE <i>20</i> ENVASES: <i>2</i> .....													
PROMEDIO OBTENIDO ( $\bar{x}$ ) = <i>24,3075 Kg</i> *					$K = 0,640$								
DESVIACIÓN ESTÁNDAR O DESVÍO PATRÓN (S) = <i>0,729</i>													
PROMEDIO MÍNIMO ACEPTADO (Qn - K.S) = <i>24,533 Kg</i> *					<i>25,000 - (0,640 * 0,729)</i>								
UNIDADES PERMITIDAS DEBAJO DE Qn - T: <i>1 (una)</i>													
UNIDADES OBTENIDAS DEBAJO DE Qn - T: <i>13 (trece)</i> *													



**Tablas utilizadas por la Dirección de Defensa al Consumidor para verificar el cumplimiento de la Ley de Lealtad Comercial (continuación)**

Producto <u>Queso rallado</u>		Lote <u>873 unidades</u>	
Marca <u>PALEN</u>		Muestra de <u>32 unidades</u>	
Contenido Neto Nominal (Qn) <u>40 g. envases</u>		Qn-T = <u>36,4 g.</u> (X1)	
Tolerancia Individual (T) <u>36 g. Tabla I</u>			
Peso Promedio de <u>3</u>	Envases <u>1,36g</u>		

Contenido Neto Efectivo (valores expresados en g)									
1	32,14	17	32,25	33		49		65	
2	32,00	18	32,27	34		50		66	
3	32,45	19	32,32	35		51		67	
4	32,84	20	32,50	36		52		68	
5	32,52	21	32,24	37		53		69	
6	32,53	22	32,11	38		54		70	
7	32,25	23	32,20	39		55		71	
8	32,42	24	32,00	40		56		72	
9	32,42	25	32,80	41		57		73	
10	32,67	26	32,72	42		58		74	
11	32,57	27	32,28	43		59		75	
12	32,25	28	32,22	44		60		76	
13	32,70	29	32,44	45		61		77	
14	32,83	30	32,90	46		62		78	
15	32,37	31	32,43	47		63		79	
16	32,08	32	32,92	48		64		80	

Promedio Obtenido ( $\bar{X}$ )	<u>38,73</u>	Ma'
Desviación Estándar (S)	<u>1,10</u>	
Promedio Mínimo Aceptado-Qn-K.S=	<u>39,47</u>	K=0,435.

Unidades permitidas abajo (c)	<u>2</u>	Tabla III
Unidades obtenidas abajo de Qn-T	<u>ninguna</u>	Bien



**Tablas utilizadas por la Dirección de Defensa al Consumidor para verificar el cumplimiento de la Ley de Lealtad Comercial (continuación)**

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Producto</td> <td>C2 / Aeres Hidratado Claret</td> </tr> <tr> <td>Marca</td> <td><del>Bimbley</del></td> </tr> <tr> <td>Contenido Neto Nominal (Qn)</td> <td>20 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Tolerancia Individual (T)</td> <td>200 gr.</td> </tr> <tr> <td>Peso Promedio de Envases</td> <td>100 gr.</td> </tr> </table>	Producto	C2 / Aeres Hidratado Claret	Marca	<del>Bimbley</del>	Contenido Neto Nominal (Qn)	20 Kg.	Tolerancia Individual (T)	200 gr.	Peso Promedio de Envases	100 gr.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Lote</td> <td>95 unidades</td> </tr> <tr> <td>Muestra de</td> <td>20 unidades</td> </tr> <tr> <td>Qn-T=</td> <td>19.800g.</td> </tr> </table>	Lote	95 unidades	Muestra de	20 unidades	Qn-T=	19.800g.
Producto	C2 / Aeres Hidratado Claret																
Marca	<del>Bimbley</del>																
Contenido Neto Nominal (Qn)	20 Kg.																
Tolerancia Individual (T)	200 gr.																
Peso Promedio de Envases	100 gr.																
Lote	95 unidades																
Muestra de	20 unidades																
Qn-T=	19.800g.																
<p>Contenido Neto Efectivo (valores expresados en g)</p>																	
1	18.300 /	17	20.950	33		49		65									
2	20.800	18	19.100	34		50		66									
3	19.400 /	19	19.350	35		51		67									
4	19.350 /	20	19.250	36		52		68									
5	20.600	21		37		53		69									
6	20.050	22		38		54		70									
7	19.200 /	23		39		55		71									
8	19.450	24		40		56		72									
9	20.800	25		41		57		73									
0	18.950	26		42		58		74									
1	20.450	27		43		59		75									
2	19.350	28		44		60		76									
3	19.200	29		45		61		77									
4	19.200	30		46		62		78									
5	19.000	31		47		63		79									
6	18.750	32		48		64		80									

| |                                  |            | |----------------------------------|------------| | Promedio Obtenido (X)            | 19.605 gr. | | Desviación Estándar (S)          | 715        | | Promedio Mínimo Aceptado-Qn-K.S= | 19.542 gr. | |                                  | K=0,640    | | | 20.000 - (0,64) |
| |                                  |                      | |----------------------------------|----------------------| | Unidades permitidas abajo (c)    | 3 (0n2)              | | Unidades obtenidas abajo de Qn-T | 14 (catorce) - X 10! | | |



## Apéndice I: Tablas de distribución de frecuencias- Test Chi-cuadrado

El resultado del test Chi-cuadrado se resume en los tres valores siguientes:

•  $\chi^2$  = que representa el valor del estadístico calculado en el test. Este estadístico resume la discrepancia entre el histograma y la curva de la normal. Cuanto mayor sea este valor, peor es el ajuste de los datos al modelo elegido. Este valor se obtiene mediante:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^s \frac{[O_i - e_i]^2}{e_i}$$

dónde:

$O_i$ : frecuencia observada.

$e_i$ : frecuencia esperada.

• g.l. (grados de libertad)= que representa los grados de libertad de la distribución Chi-Cuadrado; se usa de referencia para valorar el ajuste de la distribución. Los grados de libertad se calculan como

$$g.l = k - v - 1,$$

dónde:

$s$  = número de intervalos.

$v$  = número de parámetros del modelo escogido, en este caso 2 (media y varianza).

• p-valor = El valor p es un valor de probabilidad, por lo que oscila entre 0 y 1.





Muestra: TBA1e\_LA

Contraste Chi-cuadrado				
Límite inferior (gramos)	Límite superior (gramos)	Frecuencia observada	Frecuencia esperada	Estadístico Chi-cuadrado
menor o igual	1084,82	12	11,25	0,05
1084,82	1085,53	7	11,25	1,61
1085,53	1086,06	13	11,25	0,27
1086,06	1086,54	17	11,25	2,94
1086,54	1087,01	14	11,25	0,67
1087,01	1087,54	7	11,25	1,61
1087,54	1088,25	8	11,25	0,94
mayor 1088,25		12	11,25	0,05
Estadístico Chi-cuadrado = 8,132 con 5 g.l. p-valor = 0,1490				

Tabla I- 1: Test de bondad de ajuste para la muestra TBA1e\_LA.

Muestra: TBA2e\_LB

Contraste Chi-cuadrado				
Límite inferior (gramos)	Límite superior (gramos)	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Estadístico Chi-cuadrado
menor o igual	1084,11	12	11,25	0,05
1084,11	1084,38	8	11,25	0,94
1084,38	1084,59	17	11,25	2,94
1084,59	1084,77	5	11,25	3,47
1084,77	1084,95	14	11,25	0,67
1084,95	1085,15	13	11,25	0,27
1085,15	1085,43	10	11,25	0,14
mayor 1085,43		11	11,25	0,01
Estadístico Chi-cuadrado = 8,488 con 5 g.l. p-valor = 0,1313				

Tabla I- 2: Test de bondad de ajuste para TBA2e\_LB.



Muestra: Línea 1\_MD

Contraste Chi-cuadrado				
Límite inferior (gramos)	Límite superior (gramos)	Frecuencia observada	Frecuencia esperada	Estadístico Chi-cuadrado
menor o igual	1069,89	3	9,25	4,22
1069,89	1070,66	15	9,25	3,57
1070,66	1071,24	13	9,25	1,52
1071,24	1071,75	10	9,25	0,06
1071,75	1072,27	9	9,25	0,01
1072,27	1072,85	8	9,25	0,17
mayor	1073,62	10	9,25	0,06
Estadístico Chi-cuadrado = 10,7568 con 5 g.l. p-valor = 0,0564				

Tabla I- 3: Test de bondad de ajuste para Línea 1\_MD.



## Apéndice J: Obtención de la masa utilizando la densidad del producto

Como la leche se presenta en volumen, para obtener el peso debe emplearse la densidad. La densidad de la leche se puede calcular, como se expresa en la ecuación (A), en base a los porcentajes de materiales grasos, materiales no grasos y agua, siendo las densidades de estos (Kuklinski, 2003):

$$\text{Materiales grasos: Densidad} = 0.93 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\text{Materiales no grasos: Densidad} = 1.608 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\text{Agua: Densidad} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Resultando la expresión general de cálculo la que sigue:

$$\text{Densidad de la leche} = \frac{100}{\frac{\%MG}{0.93} + \frac{\%MNG}{1.608} + \frac{\%Agua}{1}} \quad (\text{A})$$

En particular, la leche descremada contiene:

- agua: 89,3%,
- grasa: 1.5%,
- materia no grasa: 9,7%.

Reemplazando éstos valores en la expresión anterior:

$$\rho (\text{leche descremada}) = \frac{100}{\frac{\%1,5}{0.93} + \frac{\%9,2}{1.608} + \frac{\%89,3}{1}}$$

$$\rho (\text{leche descremada}) = 1,021 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Con este valor se puede determinar cuál es la masa de 1 litro o 1000 cm<sup>3</sup>.

$$\rho = 1000 \text{ cm}^3 \times \rho \left[ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right] = 1021 \text{ gramos.}$$

En el caso de la leche entera, el contenido de agua, materia grasa y no grasa es:

- agua: 88,7%,
- grasa: 3%,
- materia no grasa: 8,3%.



Reemplazando éstos valores en la expresión (A):

$$\rho (\text{leche entera}) = \frac{100}{\frac{\%3}{0.93} + \frac{\%8,3}{1.608} + \frac{\%88,7}{1}}$$

$$\rho (\text{leche entera}) = 1,030 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Ahora se puede determinar la masa de 1 litro o  $1000 \text{ cm}^3$ .

$$\rho: 1000 \text{ cm}^3 \times \rho \left[ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right] = 1030 \text{ gramos.}$$

Para la crema se procede de manera análoga.

La crema de leche común tiene aproximadamente:

- agua: 45%,
- materia grasa: 40%
- materia no grasa: 15%.

De manera similar a lo realizado antes, usando la expresión (A) y la composición, se determina la densidad:

$$\rho (\text{crema}) = \frac{100}{\frac{\%40}{0.93} + \frac{\%15}{1.608} + \frac{\%45}{1}}$$

$$\rho (\text{crema}) = 1,027 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Entonces el peso de  $200 \text{ cm}^3$  de crema es:

$$\rho: 200 \text{ cm}^3 \times 1,027 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 205,40 \text{ gramos.}$$

El cálculo anterior es corroborado por el personal del Departamento de Calidad de la Empresa.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y SOFTWARE

### BIBLIOGRAFÍA

Barba, E., Boix, F., & Cuatrecasas, L. (2000). Seis sigma, una iniciativa de calidad total. Barcelona: Gestión 2000.

Bellitti & Ferrero (1995). Ingeniería de calidad. Córdoba: U.T.N. Facultad Regional Córdoba.

Brue, G. (2003). Seis sigmas para directivos. Madrid: McGraw-Hill.

Domínguez Machuca, J. A.(1998). Dirección de operaciones: aspectos estratégicos. Madrid: McGraw-Hill.

Ghione, S. (2012). Industria de la leche y productos lácteos. Córdoba: U.T.N. Facultad Regional Córdoba.

Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2004). Control estadístico de calidad y seis sigmas. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.

Juran & Gryna (1995). Análisis y planeación de la calidad. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.

Kuklinski, C. (2003). Nutrición y bromatología. Buenos Aires: Omega.

Mercado Ramírez, E. (1998). Productividad base de la competitividad. Madrid: Limusa.

Navidi, W. C. (2006). Estadística para ingenieros y científicos. México: McGraw-Hill Interamericana.

Ley N° 18284. (2010). Código Alimentario Argentino. Argentina.

Ley N° 22.802. (1983). Resolución N°800/97. Buenos Aires.

Render, B., & Heizer, J. (2009). Dirección de la producción y de operaciones. Madrid: Pearson.

Sarina Abdul Lim (2014). Statistical process control in the food industry. Trends in Food Science & Technology 37 (2014) p 137-151.

Vázquez, J. C. (2009). Costos. Buenos Aires: Aguilar.

Pontelli & Gangi (2011). Mantenimiento industrial. Universitas. Córdoba.



## **SOFTWARE:**

Microsoft Office 2010 (word, excel, visio, power point).

Microsoft project 2010.

Statgraphics 5.1.

POM-QM for Windows 3 - Heizer/Render.

POM – Normal distribution calculator 3.