



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA**



CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Aplicación de un modelo de optimización de uso de suero de leche orientada a la circularidad en PyMEs fabricantes de queso del cantón Píllaro, provincia de Tungurahua.

Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de Investigación, previo la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Lizeth Carolina Manjarrés López.

Tutor: MSc. PhD. Mayra Liliana Paredes Escobar.

Ambato – Ecuador

Septiembre - 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

MSc. PhD. Mayra Liliana Paredes Escobar

CERTIFICA

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, el mismo que corresponde a las normas establecidas en el reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología

Ambato, 15 de julio del 2022

.....

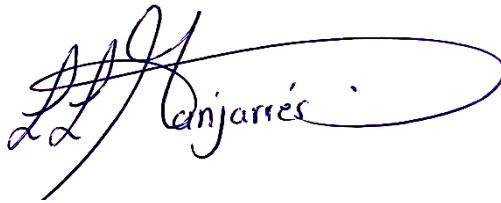
MSc. PhD. Mayra Liliana Paredes Escobar.

C.I. 050187395-4

TUTORA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Lizeth Carolina Manjarrés López, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación modalidad Proyecto de investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized initials 'LC' followed by the name 'Manjarrés' and a large, sweeping flourish that extends to the right.

.....
Lizeth Carolina Manjarrés López

C.I. 180438148-9

AUTORA

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

.....

Presidente del Tribunal

.....

Dr. Christian David Franco Crespo

C.I. 171709060-7

.....

Mg. Oscar Eduardo Ruiz Robalino

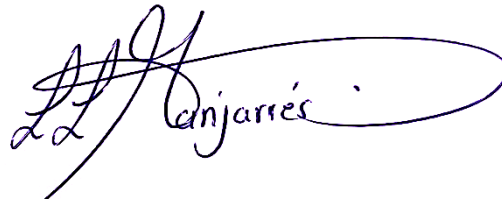
C.I. 180268358-9

Ambato, 26 de agosto del 2022

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mi derecho de autor.



.....
Lizeth Carolina Manjarrés López

C.I. 180438148-9

AUTORA

DEDICATORIA

Mi tesis va dedicada en primer lugar a mis padres Carlos Manjarrés Zurita y Mariana López Guevara por su paciencia, amor y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida

A Dios por ser mi sustento espiritual en momentos difíciles

A mi esposo Danny Chango Apolo y a mi amada hija Eliana Chango por ser el motor de mi vida

A mis hermanos Ronny y John Manjarrés por sus consejos y apoyo incondicional

A las estrellas más bonitas del cielo mi hermosa abuela Elvia y mi querido amigo Marcelo Calvache

Con amor, Carolina Manjarrés

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis amados padres por ser el pilar de mi vida, por enseñarme el significado de amor, constancia, respeto, solidaridad, valores que seguirán conmigo por el resto de mi vida

A mi amado esposo por enseñarme el significado de amor, paciencia, confianza y por apoyarme incondicionalmente en cada decisión tomada

A mi amada hija por ser mi motivación día a día y por regalarme los momentos más felices de mi vida

A mi tutora y guía MSc. PhD. Mayra Liliana Paredes Escobar por la paciencia y apoyo durante la elaboración de mi tesis

Un agradecimiento muy especial al Ing. Carlos Moreno Miranda por su apoyo y ayuda incondicional y desinteresada como profesor y durante la realización de mi tesis

Al Sr. Rodrigo Villacrés por permitirme el ingreso a la fábrica de productos lácteos “La Esencia” y permitirme tomar datos necesarios para llevar a cabo mi investigación

A mis hermanos, amigos y a toda mi familia

Mis sinceros agradecimientos, Carolina

ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
1 MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.1.1 Modelo de optimización.....	1
1.1.2 Suero de leche.	2
1.1.3 Sistemas de producción.....	3
1.1.4 Economía circular	4
1.1.5 Herramientas para caracterizar procesos productivos.....	8
1.1.6 Hipótesis.....	17
1.1.7 Variables de la hipótesis.....	17
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo General.	17
1.2.2 Objetivos específicos	17
CAPÍTULO II.....	18
2 METODOLOGÍA	18
2.1 Materiales.....	18
2.2 Metodología	18
2.2.1 Investigación bibliográfica.....	18

2.2.2	Investigación de campo.....	19
2.2.3	Investigación aplicada.....	20
CAPÍTULO III.....		22
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
3.1	Análisis y discusión de los resultados.....	22
3.1.1	Revisión bibliográfica sobre circularidad o economía circular y modelos de optimización.....	22
3.1.2	Caracterización del proceso productivo del queso.....	27
3.1.3	Diseño del Modelo de Optimización de uso de suero.....	42
3.1.4	Aplicación del modelo de optimización del uso de suero de leche.....	51
CAPÍTULO IV.....		55
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
4.1	Conclusiones	55
4.2	Recomendaciones.....	56
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición de lactosuero dulce y ácido	3
Tabla 2.	Modelos que inspiran la Economía Circular	6
Tabla 3.	Simbología básica del Mapa de Flujo de Valor	12
Tabla 4.	Pasos para construir un Mapa de Flujo de Valor	14
Tabla 5.	Opciones para revalorizar el suero de leche.....	23
Tabla 6.	Modelos de optimización aplicados a flujos intermitentes.	25
Tabla 7.	Número de repeticiones.....	32
Tabla 8.	Suplementos del proceso productivo de queso	33
Tabla 9.	Tiempo estándar del proceso productivo de queso	35
Tabla 10.	Cuello de botella en el proceso productivo de queso de 800 gramos	39
Tabla 11.	Datos para diseñar el modelo de optimización	51
Tabla 12.	Función objetivo, variables y restricciones	52
Tabla 13.	Datos optimizados	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Pasos para diseñar el modelo de optimización.....	2
Figura 2.	Proceso en flujo intermitente	4
Figura 3.	Esquema de la Economía circular.....	5
Figura 4.	Cronómetro minuterio decimal (A) y el cronómetro electrónico (B)	9
Figura 5.	Concepto del mapeo de flujo de valor (Value Stream Map).....	12
Figura 6.	Diagrama de proceso circular de la producción de queso fresco y yogurt con 30% de suero	30
Figura 7.	Mapa de la cadena de valor del proceso productivo de queso fresco	37
Figura 8.	Género	43
Figura 9.	Edad.....	43
Figura 10.	Educación.....	44
Figura 11.	PyMEs que producen queso	44
Figura 12.	Litros de leche al día usados por las PyMEs para producir queso	45
Figura 13.	Kilogramos de queso fresco producidos al día por las PyMEs.....	45
Figura 14.	Inversión por 1 kilogramo de queso fresco elaborado	46
Figura 15.	Utilidad por 1 kilogramo de queso fresco elaborado	46
Figura 16.	Porcentaje de suero de leche obtiene por lote de queso fresco elaborado	47
Figura 17.	Destino del suero de leche obtenido.....	47
Figura 18.	Interés en reprocesar el suero de leche como materia prima para la elaboración de otro producto lácteo	48
Figura 19.	Producto lácteo elaborado a base de suero de leche de interés	48
Figura 20.	Inversión para la elaboración de un nuevo producto a partir de suero de leche	49
Figura 21.	Consideraciones al invertir en la elaboración de un nuevo producto a partir de suero	49
Figura 22.	PyMEs que posee certificación de buenas prácticas de manufactura	50
Figura 23.	Disposición para adquirir BPMs	50

RESUMEN

La producción de queso fresco es una fuente importante de ingresos para las PyMEs del cantón Píllaro.

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo aplicar un modelo de optimización de uso de suero de leche orientada a la circularidad en PyMEs fabricantes de queso del cantón Píllaro, por medio de la reinsertión de suero de leche en la producción de una bebida de leche fermentada (yogurt con suero) aprovechando un recurso considerado desecho.

Se caracterizó el proceso productivo de queso fresco y suero de leche en la fábrica de productos lácteos La Esencia con el uso de la herramienta de diagnóstico Value Stream Map para identificar en que parte del proceso se produce el suero de leche (desperdicio), además de proporcionar los datos necesarios para desarrollar el balance de materiales, así como la identificación del proceso que limita la producción.

Con la encuesta aplicada a los 13 propietarios de PyMEs productoras de lácteos del sector de Píllaro se identificó el estado actual de la producción de queso fresco y suero de leche diario en el sector. Finalmente, se plasmó los datos en un modelo de optimización que en base al aumento de la cartera de productos maximizó las ventas de las PyMEs de 984 dólares por la venta de un solo producto a 2400 dólares por la venta de dos productos. Por tanto, el modelo de optimización diseñado demuestra que el suero de leche usado como materia prima genera ganancias financieras a las PyMEs de Píllaro.

Palabras claves: PyMEs, La Esencia, Value Stream Map, modelo de optimización, maximizar ventas.

ABSTRACT

The production of fresh cheese is an important source of income for the small and medium businesses of the Píllaro canton.

The objective of this research project was to apply a model for optimizing the use of whey oriented towards circularity in small and medium businesses that manufacture cheese in the Píllaro canton, through the reinsertion of whey in the production of a fermented milk drink. (yogurt with whey) taking advantage of a resource considered waste.

The production process of fresh cheese and whey in the La Esencia dairy product factory was characterized with the use of the Value Stream Map diagnostic tool to identify in which part of the process the whey is produced (waste). in addition to providing the necessary data to develop the material balance, as well as the identification of the process that limits production.

With the survey applied to the 13 owners of dairy-producing small and medium businesses in the Píllaro sector, the current state of the production of fresh cheese and daily whey in the sector was identified. Finally, the data was reflected in an optimization model that, based on the increase in the product portfolio, maximized the sales of SMEs from 984 dollars for the sale of a single product to 2,400 dollars for the sale of two products. Therefore, the proposed optimization model demonstrates that whey used as raw material generates financial gains for small and medium businesses in Píllaro.

Key words: small and medium businesses, La Esencia, Value Stream Map, optimization model, maximize sales.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

El suero de leche es un subproducto de la fabricación de queso (**Paez et al., 2018**). En el país, se generan 1,2 millones de litros de suero de leche al día por parte de la industria quesera, lo suficiente para alimentar a 120000 personas (**Cámara de Comercio de Guayaquil, 2019**). Este subproducto es utilizado para la alimentación del ganado y una gran cantidad es arrojada sin ningún control a vertederos de agua y canales de riego, generando un problema de contaminación ambiental (**Rivera, 2017**). Además del daño ambiental generado la falta de industrialización del suero de leche causa graves problemas económicos a la industria quesera nacional.

1.1.1 Modelo de optimización

El modelos de optimización sirven de apoyo para la toma de decisiones importantes (**Pérez, 2019**). Es una representación abstracta de un problema real, al cual se le aplicarán ciertas consideraciones matemáticas, permitiendo obtener resultados óptimos (**Pérez, 2019**).

Tipos de modelos de optimización.

- Determinísticos. - se tiene un modelo previamente diseñado, tenemos una función y restricciones a optimizar
- Estocásticos.- no se cuenta con un modelo previamente definido y se crea con la poca información disponible (**Pérez, 2019**).

Pasos para diseñar un modelo de optimización.

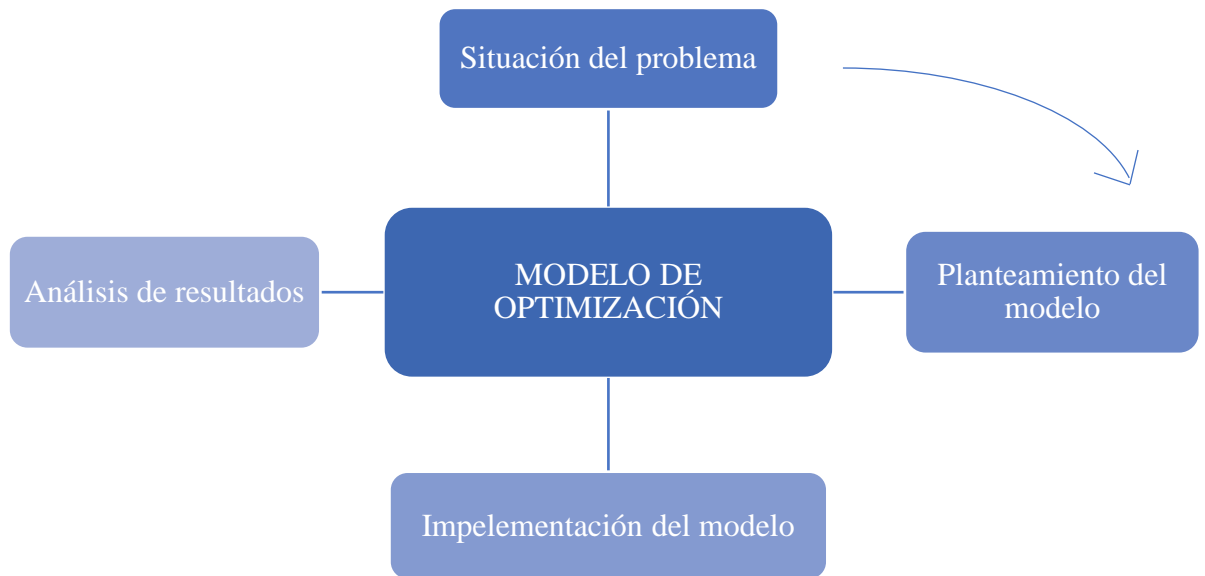


Figura 1. Pasos para diseñar el modelo de optimización.

Fuente: (Pérez, 2019).

1.1.2 Suero de leche.

El lactosuero o suero de leche es el producto lácteo obtenido de la separación del coágulo de la leche, de la crema o de la leche semidescremada durante la fabricación del queso, mediante la acción ácida o de enzimas (Poveda, 2013). El lactosuero representa del 80% al 90% del volumen total de leche procesada para la fabricación de queso (Chacón et al., 2017). La obtención de suero está totalmente ligada a la producción de queso (Santander & Maya, 2018). El suero de leche contiene cerca del 50% de los nutrientes originales de la leche: proteínas solubles, lactosa, vitaminas y minerales (Paez et al., 2018). Actualmente no ha alcanzado su punto máximo de aprovechamiento.

Tipos de suero de leche

1.1.2.1 Suero de leche dulce.

El suero dulce se obtiene a partir de la elaboración de queso con el uso de cuajo de procedencia animal, como la quimosina. Actualmente se utiliza cuajo comercial estandarizado (quimosina u otra proteasa con actividad similar) producida a partir de síntesis bioquímica, evitando usar el estómago de terneros como materia prima.

También se pueden utilizar enzimas vegetales o bien cuajo microbiano. Estas enzimas actúan sobre las caseínas de la leche y las cortan, provocando su precipitación bajo condiciones específicas de temperatura (15-50°C) y pH (5.8 - 6.6) (Poveda, 2013).

1.1.2.2 Suero de leche ácido.

El suero ácido es obtenido por la acidificación natural de la leche o por la adición de ácidos orgánicos como acético, cítrico, láctico, etc (Poveda, 2013). El lactosuero ácido se diferencia del suero dulce en que el lactosuero ácido posee mayor cantidad de calcio y ácido láctico en comparación con el lactosuero dulce (Santander & Maya, 2018).

En la tabla 1 se detalla la composición nutricional general del suero de leche, la cual varía dependiendo de las características de la leche utilizada para la elaboración del queso, el tipo de queso producido y de la tecnología empleado en la elaboración del queso (Poveda, 2013).

Tabla 1. *Composición de lactosuero dulce y ácido*

COMPONENTE	LACTOSUERO ÁCIDO (g/L)	LACTOSUERO DULCE (g/L)
Sólidos totales	63,0 – 70,0	63,0 – 70,0
Lactosa	44,0 – 46,0	46,0 – 52,0
Proteína	6,0 – 8,0	6,0 – 10,0
Calcio	1,2 – 1,6	0,4 – 0,6
Fosfatos	2,0 – 4,5	1,0 – 3,0
Lactato	6,4	2,0
Cloruros	1,1	1,1

Elaborado por: La Autora

Fuente: (Espinosa & Fernandez, 2020)

1.1.3 Sistemas de producción

Un sistema de producción ordena física y metodológicamente los recursos empresariales, tiene un control adecuado del mismo desde el punto de vista de distribución de la planta, tomando en cuenta la estructura del sistema: entrada – transformación – salida (Monsalve, 2019). De acuerdo al flujo de proceso el sistema de producción se clasifica en: flujo continuo y flujo intermitente (batch)

1.1.3.1 Flujo continuo

Es de flujo continuo cuando el proceso se repite ininterrumpidamente a lo largo del tiempo (Monsalve, 2019).

1.1.3.2 Flujo intermitente

El proceso se repite regularmente para producir lotes homogéneos (Monsalve, 2019). Los flujos intermitentes poseen una secuencia fija de operaciones, generan volúmenes pequeños de varios productos y comparten recursos. Otra característica de este tipo de flujo es que comúnmente las maquinarias no son diseñadas para realizar tareas específicas (Paz & Gómez, 2013). La producción de queso y suero en las PyMEs de Píllaro presentan las características de producción en flujos intermitentes.

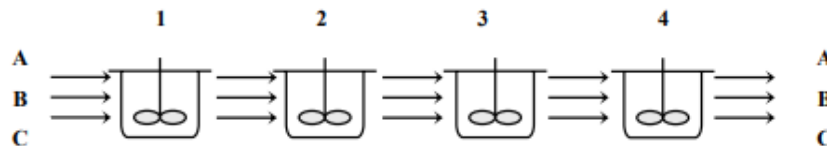


Figura 2. Proceso en flujo intermitente

Fuente: (Paez et al., 2018)

1.1.4 Economía circular

La economía global está dominada por un modelo de producción lineal basada en el consumo. Siguiendo un patrón de producción enfocado en "extraer, producir y desperdiciar". Aunque el modelo lineal ha logrado avances importantes para mejorar la eficiencia de los recursos, todo sistema basado en el consumo conlleva pérdidas significativas a lo largo de la cadena de valor. Es necesario un cambio en el sistema operativo de la economía. La economía circular es una alternativa atractiva que trata de preservar y mejorar el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos finitos y genera flujos renovables (Fundación Ellen MacArthur., 2021).

En la figura 3 se observa como la aplicación de Economía Circular en los procesos productivos evita la creación de desechos fomentando la eficiencia del sistema.

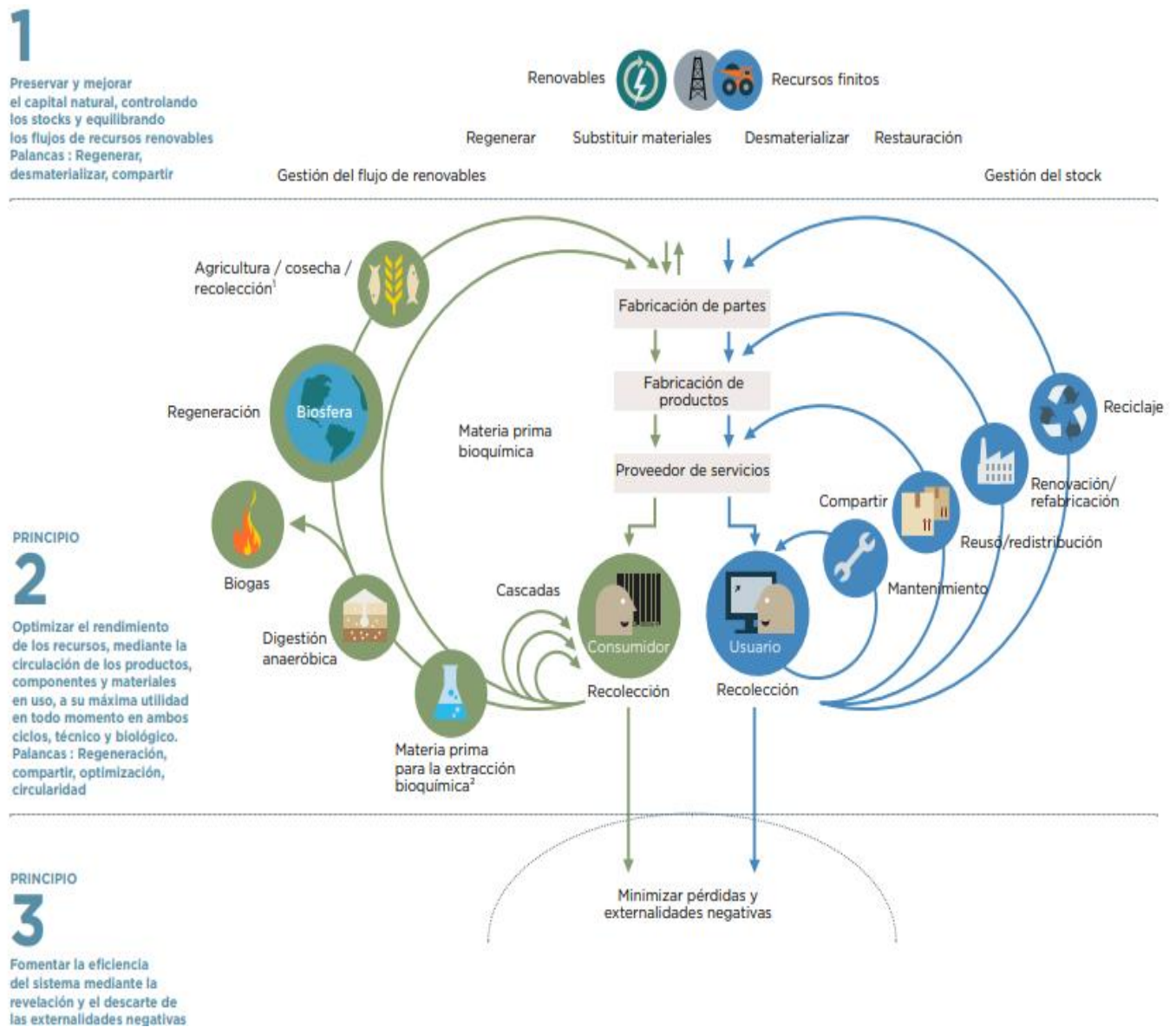


Figura 3. Esquema de la Economía circular.

Fuente: (Fundación Ellen MacArthur, 2021).

Otros autores han afirmado lo siguiente:

“ La Economía Circular ha ido evolucionando desde una visión inicial centrada en dar solución al problema de los desechos, hasta emerger ahora como una alternativa vertebradora de un modelo económico más sostenible con amplias implicaciones en transformación de los estilos de vida” (Jiménez et al., 2020).

“La Economía Circular considera que los recursos disponibles no son infinitos, y por ello se centra en alargar la vida útil de los productos, reducir la producción convirtiendo productos en servicios, prevenir la contaminación y generación de residuos, y extraer las materias primas de los residuos que no se puedan evitar” (Stahel, 2019).

“La Economía Circular consiste en una estrategia que reduce el impacto negativo sobre el medio ambiente, ofreciendo una alternativa al modelo lineal empresarial tradicional, en la que el producto final es la fuente de creación de valor, y alcanza su punto álgido con su consumo” (Kowszyk & Maher, 2018).

1.1.4.1 Origen de la Economía Circular

El modelo de “Economía circular” es conocido también como “Economía de la cuna a la cuna” o “Economía de bucle cerrado”, su origen no se limita a una única fecha o a un único autor ya que, desde finales de la década de los setenta varios autores confluyeron diversas filosofías que inspiraron el desarrollo de un modelo de Economía Circular integral (Alcubilla, 2015 como se citó en Morocho, 2018). En la tabla 2 se detalla los modelos de pensamientos que inspiraran la Economía Circular.

Tabla 2. Modelos que inspiran la Economía Circular

Año	Investigador	Modelo	Filosofía
2000	McDonough (arquitecto estadounidense) y Braungart (químico alemán)	De la Cuna a la Cuna (Cradle to Cradle o C2C)	Utiliza los materiales involucrados en los procesos industriales como nutrientes técnicos y biológicos. Elaboraron los “Principios de Hannover” representa un desarrollo sostenible que defiende la producción industrial y motiva a que se puede producir bienes sin generar residuos o elementos tóxicos que degraden el medio.
1994	John T. Lyle (profesor Universidad P. de Pomona, California)	Diseño Regenerativo	Partiendo de la agricultura, se puede desarrollar formas regenerativas, emulando el funcionamiento de los ecosistemas, donde los productos se crean e interaccionan sin producir residuos.

2010	Walter Stahel (arquitecto y analista industrial)	Economía en bucles	Planteó la visión de una economía en bucles, enfocado en procesos productivos, competitividad económica, ahorro de recursos y creación de empleos.
2012	Janine Benyus (presidenta del Biomimicry Institute)	Modelo Biomímesis o Biomimicry	Biomímesis es una innovación inspirada por la Naturaleza. Se originó por los animales y las plantas. El modelo se basa en tres principios fundamentales: <ul style="list-style-type: none"> • La naturaleza como modelo (formas) • La naturaleza como medida (estándar ecológico) • La naturaleza como mentor (que se puede aprender de ella)

Elaborado por: La Autora

Fuente: **(Balboa & Domínguez Somonte, 2014)**

1.1.4.2 Economía Circular en Ecuador

En Ecuador se identificó 831 organizaciones que utilizan estrategias de Economía Circular en el país, ente estas se incluyen: instituciones gubernamentales, productivas y organizaciones de la sociedad civil **(Valencia, 2021)**.

Según **Valencia (2021)**, en Ecuador ya existen algunos incentivos para organizaciones que apliquen el modelo de Economía Circular las cuales son reguladas por El Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI) y se describen a continuación:

- Tarifa del Impuesto a la Renta del veinte y cinco por ciento (25%)
- Las deducciones adicionales para el cálculo del Impuesto a la Renta, como mecanismos para incentivar la mejora de productividad, innovación y para la producción ecoeficiente
- Los beneficios para la apertura del capital social de las empresas a favor de sus trabajadores
- Las facilidades de pago en los tributos al comercio exterior

- La deducción adicional para el cálculo del impuesto a la renta de la compensación adicional para el pago del Salario Digno
- La exoneración del Impuesto a la Salida de Divisas para las operaciones de financiamiento externo
- La reforma al cálculo del anticipo del Impuesto a la Renta
- La exoneración anticipo al Impuesto a la Renta por 5 años
- Exoneración del Impuesto a la Renta hasta por 15 años para nuevas inversiones productivas que se realicen en Manabí y Esmeraldas

1.1.5 Herramientas para caracterizar procesos productivos.

En la actualidad, existen varias herramientas y metodologías que permiten a las organizaciones caracterizar sus procesos productivos, como son:

1.1.5.1 Estudio de tiempos

Técnica diseñada para establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, basada en la medición del tiempo de trabajo, con la debida consideración de la fatiga, demoras personales y los retrasos inevitables (**Livaque & Peña, 2020**).

Según **Niebel & Freivald (2009)** los pasos para desarrollar la herramienta de determinación de tiempos son:

1. Selección del método

Existen varios métodos para realizar un estudio de tiempo y el más utilizado es el estudio de tiempos con cronómetro. Se puede usar una de dos técnicas para registrar los tiempos elementales durante el estudio.

La técnica de tiempos continuos, permite que el cronómetro trabaje durante todo el estudio, el analista lee el reloj en el punto de quiebre de cada elemento y se deja que el tiempo siga corriendo.

La técnica con regreso a cero, después de leer el cronómetro en el punto de quiebre de cada elemento, el tiempo del reloj se regresa cero, cuando ocurre el siguiente elemento, el tiempo se incrementa a partir de cero.

Algunos analistas del estudio de tiempos sugieren combinar ambos métodos aplicando lecturas con regresos a cero en tiempos largos y en estudios de ciclo corto el método continuo.

El equipo requerido para realizar el estudio de tiempos es: un cronómetro, un tablero de estudio de tiempos, las formas para el estudio y una calculadora de bolsillo.

En la actualidad se usan dos tipos de cronómetros: el tradicional y el cronómetro electrónico que es mucho más práctico, los cuales se ilustran en la figura 4.

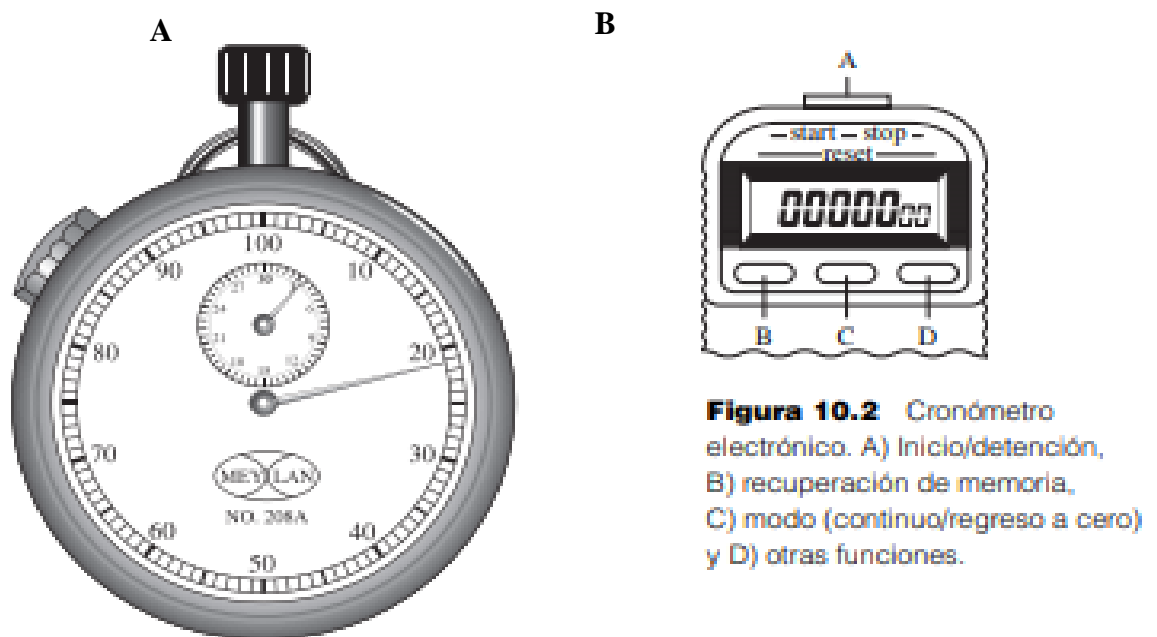


Figura 4. Cronómetro minuter decimal (A) y el cronómetro electrónico (B)

Fuente: (Niebel & Freivald 2009)

El cronómetro decimal (A), tiene 100 divisiones en la carátula, y cada división es igual a 0.01 minutos; es decir, un recorrido completo de la manecilla larga requiere un minuto. El círculo pequeño de la carátula tiene 30 divisiones, cada una de las cuales es de 1 minuto. Para iniciar este cronómetro, se desliza el botón lateral hacia la corona. Al oprimir la corona, ambas manecillas, la larga y la corta, regresan a cero. Al mover el botón lateral lejos de la corona el reloj se detiene. Los cronómetros electrónicos (B) permiten tomar el tiempo de cualquier número de elementos individuales, mientras sigue contando el tiempo total transcurrido. Así, proporcionan tanto tiempos continuos como regresos a cero.

2. Número de observaciones.

La actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen en el número de ciclos que se pueden estudiar. El analista no puede depender completamente de prácticas estadísticas comunes que demandan de cierto tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas individuales del elemento para determinar el número de observaciones. General Electric Company desarrollo una tabla (Anexo 1) como guía aproximada para determinar el número de ciclos que se deben observar. Se realiza una primera observación preliminar de tiempo y posteriormente se establece el número de observaciones o ciclos a cronometrar (Niebel & Freivald 2009).

3. Registrar tiempos elementales durante el estudio

4. Valoración del ritmo de trabajo

Esta herramienta sirve para determinar el tiempo que un operador normal requiere para llevar a cabo una tarea específica, el rango de valoración se detalla en el Anexo 2.

5. Calcular los suplementos.

La oficina internacional del trabajo de Estados Unidos (ILO, International Labour Office) tabuló el efecto de diversas condiciones de trabajo para llegar a factores de suplemento u holgura adecuados los cuales están detallados en el Anexo 3, y deben ser tomados en cuenta para un adecuado estudio de tiempos ya que ningún operador puede mantener su ritmo constante durante toda la jornada laboral ya sea por necesidades personales, fatiga u otros retrasos inevitables. Estos factores incluyen parado contra sentado, posiciones anormales, uso de fuerza, iluminación, condiciones atmosféricas, atención requerida en el trabajo, nivel de ruido, tensión mental, monotonía y tedio. Estas recomendaciones de ILO se desarrollaron a través del consenso entre administradores y trabajadores de muchas industrias.

6. Cálculo de los indicadores

Tiempo normal. - tiempo que se espera que un operario normal, realice un trabajo, sin considerar las tolerancias.

Ecuación 1.

$$TN = TO * \frac{C}{100}$$

Donde:

TN= Tiempo normal

TO= Tiempo promedio observado

C= Calificación del desempeño

Tiempo estándar. - El tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un paso estándar y realizando un esfuerzo promedio para realizar la operación.

Ecuación 2.

$$TE = TN * (1 + s)$$

Donde:

TE= Tiempo tipo o estándar

TN= Tiempo normal o básico

s= Suplementos (%)

1.1.5.2 Mapeo de flujo de valor (Value Stream Map)

El concepto de “Manufactura esbelta” (Lean Manufacturing) tuvo su inicio en 1992 por el autor James Womack en su libro "La máquina que cambió el mundo". El texto tiene su fundamento en investigaciones realizadas en el Sistema de Producción de Toyota (Aguirre Alvarez, 2014).

Concepto de mapeo de flujo de valor (VMS) afirmado por varios autores:

“El mapeo de flujo de valor (VMS) es una herramienta de visualización y diagnóstico del método Lean Manufacturing que incluye los materiales, información y procesos desde el proveedor hasta el cliente” (Cabrerera Calva, 2015).

“Es una herramienta visual, que recorre su camino a través de la cadena de valor “de principio a fin. Una cadena de valor son todas las acciones (ya sea acciones que agregan valor y acciones que no agregan valor) requeridas para diseñar, ordenar y proveer un producto o valor a través de los flujos principales esenciales para cada producto” (Clark Flores, 2020).

El mapeo de flujo de valor (VMS) sirve para ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios permitiendo detectara fuentes de ventaja competitiva y comunica ideas de mejora enfocado al uso de un plan de mejora.

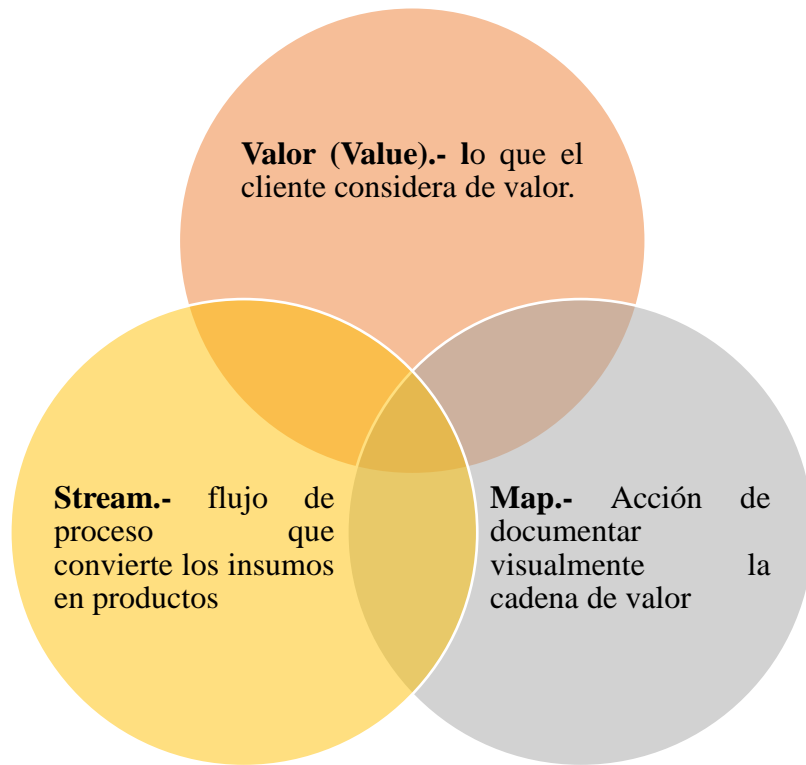
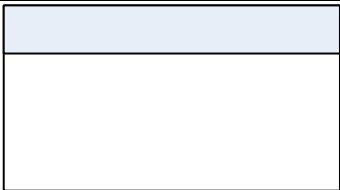


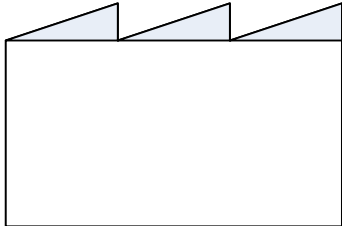

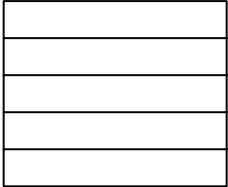




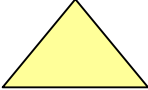


Figura 5. *Concepto del mapeo de flujo de valor (Value Stream Map)*

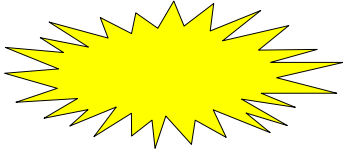
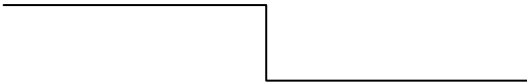




Fuente: **(Jimenez, 2014)**

Para elaborar el Mapa de Flujo de Valor es importante conocer los símbolos necesarios para su desarrollo.

Tabla 3. *Simbología básica del Mapa de Flujo de Valor*

Imagen	Descripción
	Control de producción.

	<p>Representa clientes y proveedores. Fuentes externas</p>
	<p>Proceso.</p>
	<p>Casillero de datos con indicadores del proceso.</p>
	<p>Plan de producción</p>
	<p>Flecha de traslado de materias primas y producto terminado.</p>
	<p>Transporte por camión de carga</p>
	<p>Flecha de empuje para conectar el flujo de materiales entre operaciones. Significa que el proceso produce algo con independencia de la demanda real.</p>
	<p>Inventario: De materia prima, producto en proceso, producto terminado.</p>
	<p>Información transmitida de forma manual.</p>
	<p>Información transmitida de forma electrónica.</p>

	<p>Este símbolo representa los puntos dónde deben realizarse mejoras.</p>		
	<p>Línea de tiempo: Muestra los tiempos de ciclo de las actividades que agregan valor, y los tiempos de las actividades que no agregan valor.</p>		
	<p>Escala de tiempo total</p>		
<table border="1" data-bbox="437 775 740 958"> <tr> <td style="text-align: center;">Proceso</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  1 </td> </tr> </table>	Proceso	 1	<p>Personal: La cifra que aparece junto a este símbolo indica el número de personas necesarias para realizar el proceso.</p>
Proceso			
 1			

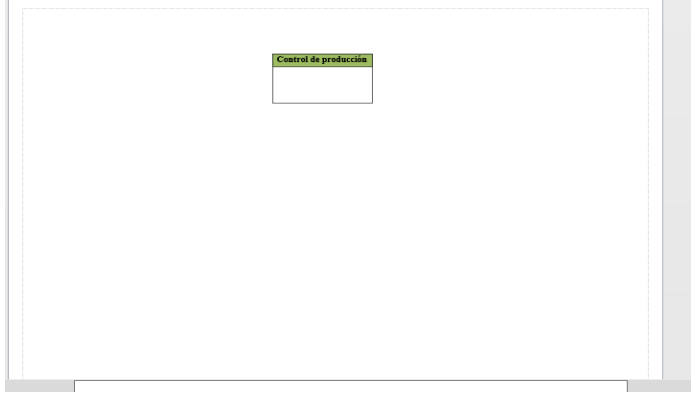
Elaborado por: La Autora

Fuente: (Salazar, 2019)

Pasos para construir un Mapa de Flujo de Valor

Según Salazar (2019) para elaborar un Mapa de Flujo de Valor es importante seguir una secuencia de pasos que se presentan a continuación.

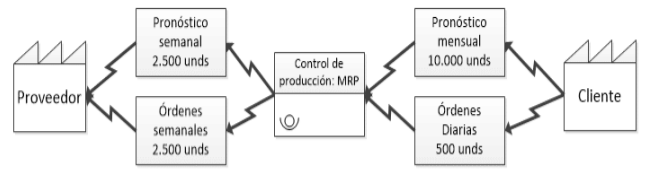
Tabla 4. Pasos para construir un Mapa de Flujo de Valor

Pasos	Ilustración
<p>Colocar en el centro del plano el símbolo de control de producción.</p>	

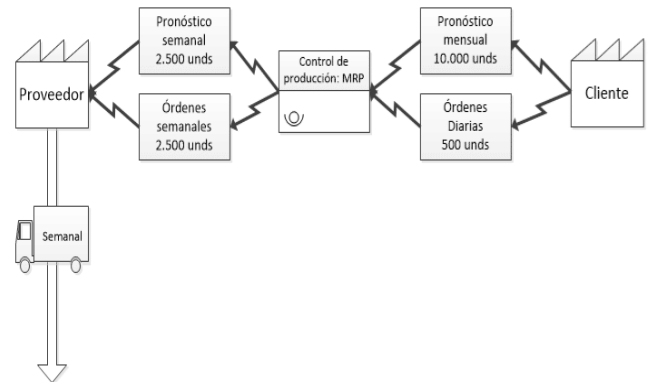
En la esquina superior derecha del plano colocar el símbolo de cliente. Conectar con una flecha de flujo de información manual o electrónica al cliente con la demanda requerida y después con el control de la producción. Acto seguido, relacionar el control de la producción con los requerimientos enviados al proveedor con las previsiones del material, conectando el flujo de información para relacionar la necesidad de materiales con los proveedores.

Demanda diaria requerida por el cliente

$$= \frac{\text{Unidades requeridas por el cliente/mes}}{\text{días laborables/mes}}$$

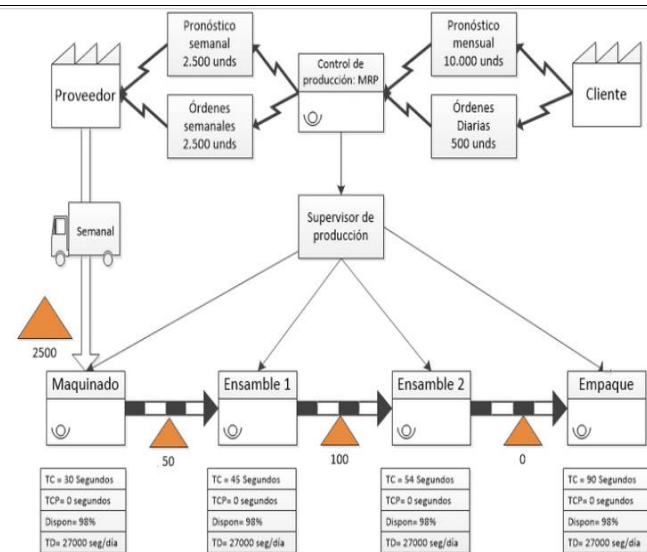


Representar el transporte desde los proveedores hacia la empresa y la simbología del medio como lo realiza.

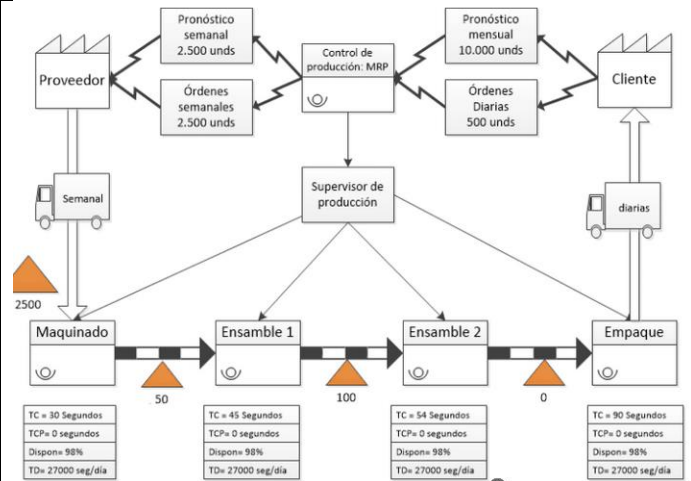


Colocar la secuencia de las operaciones estableciendo el tiempo de cada operación (TC), el tiempo de cambio de producto (TCP), la disponibilidad de los equipos (Dispon), el tiempo disponible (TD) y los inventarios.

- TC = tiempo estándar
- TCP = 0
- Dispon = disponibilidad de la maquinaria
- TD = tiempo disponible al día

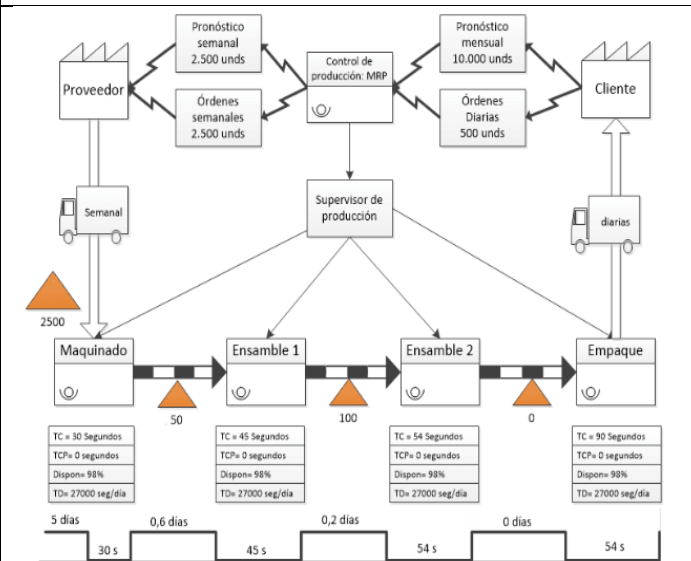


Representar el flujo de información (manual o electrónica) que relaciona las operaciones con el supervisor. Además, representamos el transporte desde la fábrica hacia los clientes.

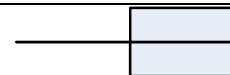


Representar mediante una escalera los tiempos de ciclo de cada operación. En la parte de abajo de los escalones los tiempos que agregan valor; y el tiempo que no agrega valor en los escalones superiores.

$$\text{Tiempos que no agregan valor} = \frac{\text{cantidad de cada inventario}}{\text{cantidad requerida por el cliente/día}}$$



Colocar los tiempos totales



Calcular el tiempo takt que señala la frecuencia de compra del cliente. Cualquier tiempo de ciclo mayor al tiempo takt es un cuello de botella (Cabrera Calva, 2017)

$$\text{T tiempo takt} = \frac{\text{Tiempo disponible en el día}}{\text{Demanda diaria requerida}}$$

Elaborado por: La Autora

Fuente: (Salazar, 2019)

Desperdicios que establece el pensamiento Esbelto

La reducción y eliminación de desperdicios conduce a maximizar ventajas competitivas dentro de la empresa buscando ser más competitivas orientándose fundamentalmente a una mayor productividad reduciendo los desperdicios y empleando mejor los recursos disponibles con los que cuenta la empresa (**Cabrera Calva, 2017**).

1.1.6 Hipótesis

¿Las PyMEs de Píllaro pueden maximizar ventas con la reutilización del suero de leche en la elaboración de yogurt con suero mediante la aplicación de un modelo de optimización?

1.1.7 Variables de la hipótesis

Variable independiente: Modelo de optimización

Variable dependiente: Maximizar las ventas mediante la reducción residuos

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General.

- Aplicar un modelo de optimización de uso de suero de leche orientada a la circularidad en PyMEs fabricantes de queso del cantón Píllaro, provincia de Tungurahua.

1.2.2 Objetivos específicos

- Recolectar información bibliográfica sobre modelos de optimización aplicados a la fabricación de productos en flujos intermitentes.
- Caracterizar el proceso productivo de queso y suero mediante el uso de la herramienta Value Stream Map para análisis de flujos, balance de materiales e información del proceso, así como la identificación de cuellos de botella.
- Diseñar un modelo que optimice el uso de suero mediante su re inserción en ciclos de producción, de tal manera que permite explorar el potencial circular en las PyMEs del sector.

CAPÍTULO II

2 METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Para la realización del presente trabajo de investigación, los materiales necesarios fueron:

- Laptop con conexión a internet
- Base de datos
- Impresora
- Dispositivo USB para almacenamiento de información
- Teléfono celular
- Gestor de referencias bibliográficas Mendeley.
- Sover Excel
- Cronómetro
- Visio

2.2 Metodología

2.2.1 Investigación bibliográfica

Los pasos para la investigación bibliográfica que se siguió son:

- Búsqueda, análisis y recopilación de información publicada sobre Modelos de optimización en flujos intermitentes orientada a la circularidad en PyMEs. Las palabras claves empleadas para derivar la información son: modelos de optimización, batch, producción.
- Los criterios utilizados para excluir información son: documentos publicados antes del 2011, investigación no relacionada a la industria de alimentos, documentos publicados en idiomas no convencionales como: alemán.
- Uso de información recolectada de base de datos de investigación científica como: Biblioteca Virtual, ScienceDirect, Web of Science, Wiley, SciELO, Scopus y Google Scholar.

- El periodo de tiempo aplicado es de 10 años (2011-2021) con el fin de derivar documentos actualizados sobre el tema. Se usó el gestor de referencias bibliográficas Mendeley para organizar la información clasificada

Organización de información

La información recolectada se organiza en tablas para una mejor comprensión y en base a dos criterios.

Criterio inductivo: buscar información en el resumen del documento y se identificó características del documento que son de interés para la investigación en base a las palabras clave.

Criterio deductivo: analizar el marco conceptual del documento, donde si aborda temas de interés en el sector alimenticio, se puede elegir el documento

2.2.2 Investigación de campo

2.2.2.1 Recolección de información

- Se asistió a las instalaciones de la fábrica de productos lácteos “La Esencia” y mediante las siguientes técnicas se recolecto información del proceso productivo de queso y suero de leche

Observación directa: para analizar la situación actual del proceso productivo de queso fresco y suero de leche.

Entrevistas: se realizó entrevistas a la gerente propietaria y a los trabajadores para obtener información sobre la producción de queso y uso de suero.

Registros de mediciones: se aplicó la técnica con regreso a cero para el estudio de tiempos con el uso de un cronómetro digital y una hoja de registro para anotar los datos obtenidos, los cuales serán útiles para el estudio de tiempos.

2.2.2.2 Procedimiento para caracterizar el proceso productivo

La caracterización del proceso productivo de queso y suero se realizó siguiendo las etapas:

Etapa 1: Elaboración del diagrama de flujo del proceso

Etapla 2: Desarrollo del Mapa de Flujo de Valor

Etapla 3: Análisis de cuello de botella

Etapla 4: Análisis del balance de masa del proceso

2.2.3 Investigación aplicada

Los pasos para diseñar un modelo que optimiza el uso de suero de leche que se siguió son:

2.2.3.1 Recopilación de los datos

- Número de muestra. – se solicitó al Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP) el número PyMEs fabricantes de productos lácteos en el cantón Píllaro
- Recolección de la información. – debido a la emergencia sanitaria del COVID – 19 se aplicó las encuestas (Anexo 4) de forma on – line por medio del software gratuito Google forms
- Tabulación de la información
- Validación de encuestas. - Se validó la encuesta de dos maneras:

Cualitativa, por un grupo de expertos de la Universidad Técnica de Ambato utilizando una escala Likert de 5 puntos (1 poco apropiado y 5 satisfactorio).

Cuantitativa, por medio de la aplicación del parámetro estadístico α de Cronbach (Ecuación 2), se medirá la fiabilidad de consistencia interna del instrumento (encuesta)

Ecuación 2. *Estimación de alfa de Cronbach*

$$\alpha = \frac{k}{K - 1} \left(\frac{\sum_{i=1}^k \sigma^2 Y_i}{\sigma^2 X} \right)$$

(Cronbach, 1951)

Donde:

α = Alfa de Cronbach

$\sigma^2 Y_i$ = Varianza de cada ítem.

$\sigma^2 X$ = Varianza de las puntuaciones observadas de los individuos.

K= Número de preguntas o ítem **(Cronbach, 1951)**

2.2.3.2 Diseño del modelo de optimización del uso de suero de leche

- Se determinaron las funciones: objetivo y restricciones

Objetivo:

Maximizar las ventas y cartera de productos

Minimizar desperdicios

Variables:

Cantidad de queso fresco

Cantidad de yogurt con suero

Cantidad de suero de leche

Restricciones:

Capacidad de bodega

Presupuesto

- Se configuró las ecuaciones para optimizar en el modelo diseñado con el uso la herramienta Solver Excel
- Importar los datos hacia el modelo de optimización
- Inicio de la simulación
- Fin de la simulación

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Revisión bibliográfica sobre circularidad o economía circular y modelos de optimización

La Economía Circular se desarrolla como una alternativa a la economía lineal cotidiana con el fin de generar una transición hacia la sostenibilidad global. El enfoque de circularidad en el sistema económico es un campo poco explorado que ofrece opciones para reducir el consumo de recursos naturales por medio de la reutilización de desechos para transformarlos en bienes de consumo con cierto valor agregado, contribuir a combatir la emergencia ambiental y mejorar de la competitividad y el empleo (**Valor et al., 2020**). Es importante que los actuales modelos productivistas y consumistas realicen una transición desde la clásica economía lineal enfocada simplemente en la: extracción de recursos, transformación, comercialización y eliminación de desechos, hacia una renovada economía circular basada en ciclos cerrados ecoeficientes y sostenible. Esto ha motivado a las industrias a que desarrollen nuevas tecnologías que permitan reutilizar los recursos.

Una de las industrias que más desechos produce es la industria láctea específicamente el proceso de producción de queso ya que de cada 100 litros de leche que se transforman en queso 80 litros son suero. Las Normas Internacionales de los Alimentos establecidas por la FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) clasifican al suero de leche como un alimento (**Cámara de Comercio de Guayaquil, 2019**). El suero de leche no es un sustituto de la leche, pero si puede ser utilizado como materia prima para la elaboración de producto revalorizados, como se muestran en la Tabla 5

Tabla 5. *Opciones para revalorizar el suero de leche.*

Forma de revalorización	Tecnología aplicada	Beneficios	Referencias bibliográficas
Bebidas lácteas a partir de suero de leche	Se elabora mediante la pasteurización del suero fresco y se aplica una receta para adecuar color, sabor y aroma. En ocasiones se adiciona sal, CO ₂ y concentrados de frutas.	Reincorpora los componentes nutricionales. Procesamiento mínimo. Inversión baja.	(Mazorra-Manzano & Moreno-Hernández, 2019)
Queso de suero (requesón)	El requesón se elabora mediante procesos no estandarizados, por precipitación de las proteínas séricas mediante la aplicación de calor en un medio acidificado con ácidos orgánicos. El rendimiento del requesón oscila de 4.7 % a 6.5 % p/v (1 kg de requesón por 20 L de suero) o mayor si se utilizan mezclas de suero: leche (8:2 v/v).	Alta demanda Infraestructura requerida mínima Reduce pérdidas de componentes nutricionales como las proteínas del lactosuero	(Ramírez Rivas & Chávez-Martínez, 2017)
Leche fermentada con suero (Yogurt de suero)	Se inicia con una mezcla de suero con leche filtrada y pasteurizada para posteriormente ser llevada a fermentación y se aplica una receta para adecuar color, sabor y aroma.	Se obtiene yogurt de suero con bajo porcentaje de grasa y bajo costo de producción	(BustilloVidea & Zelaya Videa, 2019)

Concentrados de proteínas del suero de leche	<p>La tecnología más simple para convertir el suero en un producto industrial valioso es la deshidratación en donde se eliminar del 93% al 94% del contenido acuoso.</p> <p>Existen también la ampliación de procesos con mayor evolución como: concentración en evaporadores de efectos múltiples a vacío (contenido sólido total entre 40-70%), cristalización de la lactosa, deshidratación mediante secado por atomización y ósmosis inversa para preconcentrar el suero previo a la evaporación.</p>	<p>Obtención de suero en polvo para la posterior incorporación en la fabricación de dulces, helados o queso.</p>	<p>(D. Salazar, 2012)</p>
---	---	--	----------------------------------

Elaborado por: La Autora

Fuente: representación propia de los autores

Los ministerios de Agricultura y Ganadería, y el Ministerio de Producción Comercio Exterior, Inversiones y Pesca suscribieron el Acuerdo Interministerial 032 que prohíbe la comercialización de suero de leche como producto, ingrediente o insumo de consumo humano que se genera en plantas que no cuenten con certificado vigente de Buenas Prácticas de Manufactura (**MAG & MPCEIP, 2019**). Según La **Cámara de Comercio de Guayaquil (2019)** esta decisión fue tomada de forma errónea por la única razón de que en el año 2018 se evidenció una reducción de -6,6% en el consumo nacional de leche, atribuyendo esta caída a un excedente de leche cruda en el mercado y las autoridades asumieron que el suero de leche estaba siendo comercializado como

sustituto de la leche cruda. Sin embargo, esta política solo ha fomentado la informalidad y el desperdicio del suero que puede ser utilizado no como sustituto de la leche sino como insumo para la elaboración de otros productos revalorizados a base de suero. El desperdicio del suero genera un grave problema ambiental que va en contra de las iniciativas mundiales relacionadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Economía Circular, entre otros. En todo el mundo se utiliza el suero tanto líquido como en polvo. Prohibir su comercialización ha causado graves daño a la industria quesera nacional, en especial a los artesanales. Además, ha provocado que los productos importados que se elaboran a partir del suero sean mucho más competitivos que los ecuatorianos. **(Cámara de Comercio de Guayaquil, 2019).**

En el país se comercializan varios productos que contienen suero la mayoría son importados y solo 56 son nacionales, la más comercializada es la bebida láctea la cual posee aproximadamente 29% de suero de leche y es fabricada por tres compañías, en segundo lugar, el queso ricota y el yogurt de suero (bebida de yogurt) fabricada por dos compañías, seguido por los suplementos nutricionales para deportistas y por último mezclas en polvo de proteína de suero **(El Comercio, 2019)**

La tabla 6 muestra los modelos de optimización aplicados a flujos intermitentes de producción. Esta tabla presenta una subclasificación de tipos de modelo de optimización como modelo simplex y modelo simplex – coloide

Tabla 6. Modelos de optimización aplicados a flujos intermitentes.

Tipo de modelo	Tema	Resultados relevantes	Bibliografía
Método Simplex	“Aplicación de método simplex para un modelo en la producción de leche y sus derivados en pequeños y medianos productores”	El presente estudio se centró en la implantación de un modelo matemático que ayude en la optimización de ganancias a los productores de leche y sus derivados con el uso de la hoja de cálculo Excel de Microsoft office que tiene	(Acero Coaquira, 2017)

		incorporado una poderosa herramienta llamada solver.	
Método Simplex	“Development and optimization of a mixed beverage made of whey and water-soluble soybean extract flavored with chocolate using a simplex-centroid design”	Este estudio tuvo como objetivo el desarrollo y optimización de una bebida mixta a base de suero de leche y extracto de soja mediante un diseño simplex centroide para obtener una bebida de suero de leche y soya con una mayor impresión sensorial general y máxima intención de compra	(de Oliviera et al., 2018)
Método Simplex-centroide	Characterization of Composite Edible Films Based on Pectin/Alginate/Whey Protein Concentrate	El presente trabajo estudia películas compuestas comestibles en diferentes proporciones de pectina (P) alginato (A) y concentrado de proteína de suero (WP) formulados con un diseño de mezcla de centroide simplex sobre la actuación final de la película características fisicoquímicas para comprender los efectos de los componentes individuales	(Chakravartula et al., 2019)
Modelo de programación lineal	“Maximización de la producción de derivados lácteos. Caso: empresa industrial Plemsa S.A.”	En el estudio se implementó metodología, se calculó coeficientes técnicos de materiales e insumos para aumentar los niveles de producción y	(De la Cruz Falcon, 2017)

		ventas de derivados lácteos	
--	--	-----------------------------	--

Elaborado por: La Autora

Fuente: representación propia de los autores

Se realizó una revisión bibliográfica para mostrar el potencial del método simplex para optimizar procesos productivos ya que optimiza el valor de la función objetivo, teniendo en cuenta restricciones y presenta dos opciones: obtener el valor óptimo mayor (maximizar) u obtener el valor óptimo menor (minimizar) que pueden ser modelados en la herramienta Solver Excel.

3.1.2 Caracterización del proceso productivo del queso.

La caracterización del proceso productivo de queso y suero se realizó a partir de los datos obtenidos de la línea de producción de queso fresco (800 g) elaborado en la fábrica de productos lácteos “La Esencia” ubicada en el cantón Píllaro, provincia de Tungurahua.

3.1.2.1 Etapa 1: Elaboración del diagrama de flujo del proceso

En la etapa 1 se elaboró el diagrama de flujo del proceso de producción de queso fresco con el fin de tener una visión clara sobre lo que se va a estudiar en la empresa, la cual se observa en la figura 6 y se describe a continuación:

- **Recepción de la leche.** - al llegar la leche a la estación de recepción se realiza el control de calidad a cada lote de leche que ingresa la cual pertenece a varios ganaderos del sector para determinar si la leche cumple con los estándares de densidad, acidez, color, olor y aspecto descritos en la norma **NTE INEN: 9 (2012)** de leche cruda y requisitos, este proceso es muy importante para determinar la aceptación o el rechazo del lote de leche
- **Descremado.** - si la leche cumple con los estándares de calidad es clarificada para eliminar sólidos no lácteos, se calienta y posteriormente es descremada
- **Mezclado.** - una parte de la leche descremada (60 litros) es mezclada con leche entera (540 litros) en una olla de 600 litros

- **Pasteurización.** - la leche que se encuentra en la olla se calienta hasta que alcanza una temperatura de 80 a 85 °C, esta temperatura es constantemente monitoreada con un termómetro
- **Enfriado.** - confirmada la eliminación de las bacterias que pudieron estar presentes en la leche se procede a enfriarla hasta que llegue a la temperatura aproximada de 58°C a 60°C
- **Dosificación.** - se añade el cuajo y CaCl_2 . La dosificación que la empresa utiliza es de 20 gramos de CaCl_2 por cada 100 litros de leche y 5 ml de cuajo para los 100 litros de leche
- **Coagulación.** - la leche ya enfriada posee la temperatura óptima para que se dé la coagulación enzimática donde la caseína del cuajo hace que el fosfocaseinato cálcico presente en forma soluble en la leche se transforme en fosfocaseinato de calcio insoluble. Además, el cloruro de calcio (CaCl_2) adicionado refuerza el contenido de calcio que la leche pierde en el proceso de pasteurización y facilita la transición de leche en cuajada.
- **Cortado.** - en este proceso se realiza cortes a la cuajada en cuadros pequeños y se bate con el uso de un remo permitiendo la expulsión del suero de leche y se deja reposar unos minutos para que el cuajo se separe completamente del suero.
- **Desuerado.** - pasado el tiempo de reposo se retira el suero de leche con la ayuda de una manguera succionadora y un cernidor para posteriormente ser trasladado a un recipiente, el suero obtenido es destinado para consumo animal.
- **Moldeado.** - el queso es trasladado a unas mesas donde se encuentran alineados los moldes de acero inoxidable los cuales proporcionan al queso la forma y cantidad deseado posteriormente con una malla blanca se envuelve el queso para que adopte una forma compacta y elimine el exceso de suero para volverlos a colocar en los moldes
- **Prensado.** - los moldes con queso son alineados uno a uno en la prensa y son prensados hasta eliminar completamente el suero y para que el queso obtenga su forma final.
- **Salado.** - se retiran los moldes y las mallas blancas a los quesos y el queso lo sumergen en tanques con salmuera por aproximadamente tres horas para que

adopten el sabor salado adecuado, la sal no solo da sabor, también realiza un control del crecimiento y actividad microbiana y enzimática en el queso.

- **Reposado.** - el queso es retirado de la salmuera y es colocado en bandejas donde reposa hasta eliminar el exceso de agua
- **Empaquetado.** - los quesos son colocados en fundas de Polietileno de baja densidad y sellados con cintas adhesivas para evitar el ingreso de bacterias en el producto terminado.

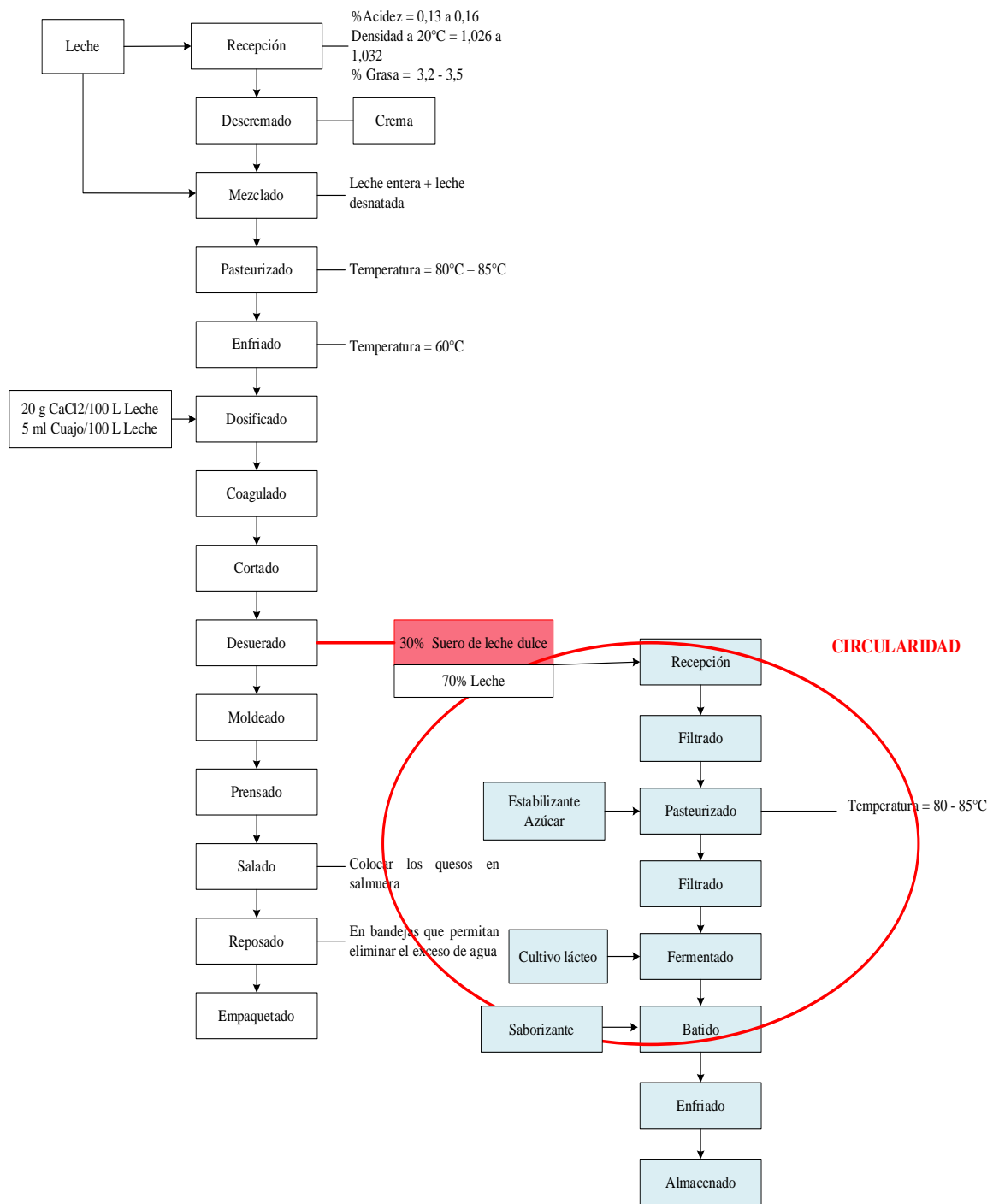


Figura 6. Diagrama de proceso circular de la producción de queso fresco y yogurt con 30% de suero

Elaborado por: La Autora

Nota: los datos para elaborar el diagrama de producción de queso fueron recolectados mediante observación directa de la línea de producción de queso fresco de 800 gramos de la empresa de lácteos “La Esencia”

En la figura 6 se detalla también el diagrama de proceso del yogurt elaborado con 30% de suero de leche y la formulación se observa en el Anexo 5, esta formulación fue tomada del trabajo de investigación de **Montesdeoca (2017)**. El suero de leche recolectado considerado como desecho puede ser utilizado como materia prima para la elaboración de un nuevo producto. Según **Montesdeoca (2017)**, el yogurt elaborado con leche y suero de leche cumple con las propiedades organolépticas óptimas para el consumo

3.1.2.2 Etapa 2: Desarrollo del Mapa de Flujo de Valor (Value Stream Map) de la producción de queso.

Se utilizó el VSM como herramienta de diagnóstico para analizar de manera completa tanto el flujo de materiales como de información de la empresa desde el proveedor hasta el cliente y determinar el desperdicio de suero de leche en la cadena de producción de queso fresco. Para desarrollar el mapeo de flujo de valor (VSM) fue necesario realizar un estudio de tiempo del proceso

Estudio de tiempos

El estudio de tiempos en la línea de producción de queso fresco inició con el registro de los tiempos en cada operación, desde la recepción de la materia prima (leche) hasta el empaquetado de los quesos de 800 gramos. Con el uso del cronómetro digital se aplicó el método de cronometraje de vuelta a cero. Esta metodología es la más utilizada en esta clase estudios, el conteo inició desde cero cuando empieza cada proceso y dejó de transcurrir el tiempo cuando termina el proceso.

En la tabla 7 se observa el número de repeticiones que se realizaron en cada proceso. Con el primer tiempo registrado en minutos se determinó por medio de la tabla desarrollada por General Electric Company (Anexo 1) el número observaciones que se deben repetir en cada proceso.

Tabla 7. *Número de repeticiones*

Número de repeticiones		Operarios: Hombres	N° Operarios : 5
Área: Línea de producción de queso fresco de 800 gr.			
Dueña “La Esencia”: Sra. Carmela Haro			
Investigadora: Carolina Manjarrés			
Proceso	Actividades	Tiempo 1 (min)	Repeticiones
Recepción	Recepción y análisis de la leche Almacenamiento Transporte al área de pasteurización	12,58	8
Descremado	Calentar la leche Descremar Mezclar 60 lt descremada y 540 lt de leche entera	28,23	5
Pasteurización	Encender el agitador Pasteurizar la leche Controlar la temperatura	21,32	5
Enfriado	Enfriar la leche Controlar la temperatura	10,25	8
Coagulación	Pesar el cuajo y el CaCl ₂ Añadir el cuajo y el Ca Cl ₂ Coagulado de la leche Cortar el cuajo Batir el cuajo	28,16	5
Desuerado	Succionar el suero de leche Colocar el queso en moldes sobre la mesa Enmallar los quesos Colocar nuevamente en los moldes	28,25	5
Prensado	Trasladar los quesos a la prensa Prensar Retirar los moldes	26,35	5
Salado	Retirar las mallas Colocar los quesos en la salmuera Retira los quesos de la salmuera	172,16	3
Empacado	Poner a orear el queso Empaquetar Sellar las fundas	55,26	3

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en Lácteos “La Esencia

Posterior al cálculo de número de repeticiones se valoró el del ritmo de trabajo de los 5 operarios hombres que laboran en la línea de producción de queso fresco de 800 gramos en Lácteos “La Esencia para lo cual se utilizó la escala británica de valoración detallada en el Anexo 2. La valoración asignada a los operarios fue del 100% por ser trabajadores activos, capaces, calificados y con experiencia en el proceso.

En la tabla 8 se observan las holguras o suplementos por necesidades personales y por características del proceso generados durante la elaboración de queso fresco de 800 gramos. Para calcular los holguras o suplementos se utilizó la tabla de valoración presentados por la ILO (Anexo 3). Para usar esta tabla, se determinaron los factores de holgura para cada proceso de estudio y después se sumó los valores para obtener la holgura por fatiga global, que se suma a la holgura por fatiga constante y finalmente se representa en porcentaje.

Tabla 8. *Suplementos del proceso productivo de queso*

Cálculo de suplementos		Operarios: Hombres		Nº Operarios: 5						
Área: Línea de producción de queso fresco de 800 gr.										
Dueña “La Esencia”: Sra. Carmela Haro										
Investigadora: Carolina Manjarrés										
Suplementos		Recepción y control de leche	Descremado	Pasteurización	Enfriado	Coagulación	Desuerado	Prensado	Salado	Empacado
Constante	Por necesidades personales	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Por fatiga	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Variable	Por trabajo de pie	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Por mala postura	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Por uso de fuerza	0	0	0	0	0	1	2	0	0
	Mala iluminación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Condiciones atmosféricas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Atención cercana	2	0	0	0	0	0	0	0	0

	Nivel de ruido	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Esfuerzo mental	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Monotonía	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Tedio	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	17	15	15	15	15	16	17	15	15
	% s	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en Lácteos “La Esencia

En la tabla 9 se observa los tiempos estándar o el tiempo requerido para los operarios totalmente calificados y capacitados, trabajando a un paso estándar y realizando un esfuerzo promedio elaboraren un lote de 130 quesos frescos de 800 gramos calculado a partir de los datos obtenidos de: suplementos, ritmo de trabajo, el tiempo observado, el tiempo normal

Tabla 9. *Tiempo estándar del proceso productivo de queso*

Estudio de tiempos											Operarios: Hombres		N° Operarios: 5	
Área: Línea de producción de queso fresco de 800 gr.														
Dueña “La Esencia”: Sra. Carmela Haro														
Investigadora: Carolina Manjarrés														
Proceso	Número de repeticiones T/lote (min)								Parámetros (min)					
	1	2	3	4	5	6	7	8	TT	TP	Vd (%)	TN	s (%)	TE (min)
Recepción y control de leche	12,58	13,23	11,36	13,18	14,16	12,29	11,02	13,54	101,36	12,67	100	12,67	0,17	14,82
Descremado	28,23	30,23	26,12	29,18	30,03	-	-	-	143,79	28,76	100	28,76	0,15	33,07
Pasteurización	21,32	22,07	20,56	23,14	20,47	-	-	-	107,56	21,51	100	21,51	0,15	24,74
Enfriado	10,25	11,55	10,15	12,13	11,29	10,18	13,16	11,01	89,72	11,22	100	11,22	0,15	12,90
Coagulación	28,16	26,08	25,34	27,51	26,12	-	-	-	133,21	26,64	100	26,64	0,15	30,64
Moderado	28,25	27,29	26,38	28,13	25,39	-	-	-	135,44	27,09	100	27,09	0,16	31,42
Prensado	26,35	25,16	24,5	26,45	26,32	-	-	-	128,78	25,76	100	25,76	0,17	30,14
Salado	172,16	165,02	160,6	-	-	-	-	-	497,78	165,93	100	165,93	0,15	190,82
Empacado	55,26	66,3	88,26	-	-	-	-	-	209,82	69,94	100	69,94	0,15	80,43
Tiempo total (min)														448,98
TT: sumatoria de tiempos de cada repetición TP: tiempo promedio (t_i / número de repeticiones) Vd: desempeño = 100% TN: tiempo normal s: suplementos TE: tiempo estándar														

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en Lácteos “La Esencia”

Ejemplo:

Tiempo normal

$$TN = TO * \frac{C}{100}$$

$$TN = 12.67 \text{ min} * \frac{100\%}{100}$$

$$\mathbf{TN = 12.67 \text{ min}}$$

Tiempo estándar

$$TE = 12.67 * (1 + 0.16)$$

$$TE = 12.67 (1.17)$$

$$\mathbf{TE = 14.82 \text{ min}}$$

En la figura 7 se observa el mapa de flujo de valor completo del proceso de producción de queso de 800 g elaborado en lácteos “La Esencia”.

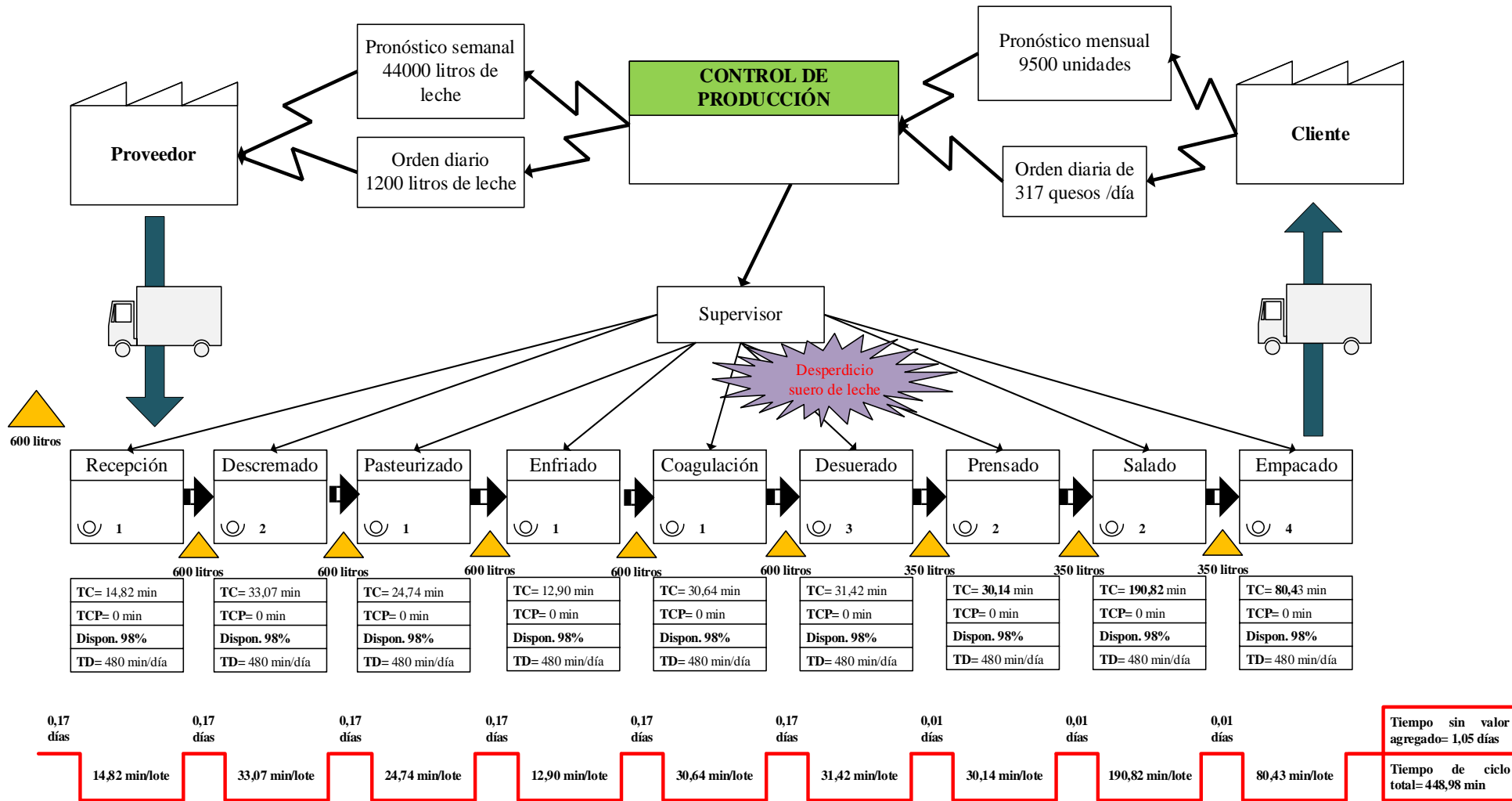


Figura 7. Mapa de la cadena de valor del proceso productivo de queso fresco

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en Lácteos “La Esencia”

Con el VMS elaborado se observa claramente el esquema completo del proceso de elaboración de queso fresco de 800 gramos, el flujo de información del cliente a la empresa y de la empresa al proveedor en un flujo de producción lineal. En el área solo se elabora queso fresco de 800 gramos por esta razón la maquinaria tiene una disponibilidad del 98% y un tiempo de cambio de producto igual a 0 min en todo el proceso. Se necesita 446.80 min para elaborar un lote de 130 unidades de queso de 800 gramos, por lo tanto, es necesario que se realicen tres lotes al día para cumplir con la demanda de 9500 unidades de queso al mes ya que la producción no se realiza por unidades de queso sino por lotes con 600 litros de leche

En la línea de producción de queso se obtiene también suero de leche considerado desperdicio el cual es recolectado para consumo animal en el proceso de desuerado pero eliminado a las alcantarillas en el proceso de prensado ya que no existe un método adecuado de recolección de suero en ese proceso.

3.1.2.3 Etapa 3: Cuello de botella

La tabla 10 muestra el tiempo talk calculado para cada proceso necesario para determinar el cuello de botella. Para calcular el tiempo talk, se divide el tiempo disponible de los operarios al día para la demanda diaria requerida en lotes que son tres lotes. La jornada laboral en la fábrica de productos lácteos “La Esencia” es de 8 horas o 480 min, desde las 8:00 am hasta las 17:pm con una hora de descanso para el almuerzo y la demanda diaria de quesos es de 317 unidades igual a tres lotes. Cualquier tiempo de ciclo mayor al tiempo talk es el cuello de botella que restringe el flujo de salida del producto en el proceso

Cálculo del Tiempo talk

$$Demanda\ diaria\ requerida = \frac{317\ ~~quesos~~}{1\ día} * \frac{1\ lote}{130\ ~~quesos~~} = 2,43 \cong \mathbf{3\ lotes}$$

$$Tiempo\ takt = \frac{Tiempo\ disponible\ en\ el\ día\ (min)}{Demanda\ diaria\ requerida\ (lote/día)}$$

$$\text{Tiempo takt} = \frac{480 \text{ min}}{3 \text{ lote}} = \mathbf{160 \text{ min/lote}}$$

Tabla 10. *Cuello de botella en el proceso productivo de queso de 800 gramos*

Proceso	Tiempo estándar (min)	Tiempo talk (min)	mayor o menor
Recepción y control de leche	14,82	160	menor
Descremado	33,07	160	menor
Pasteurización	24,74	160	menor
Enfriado	12,90	160	menor
Coagulación	30,64	160	menor
Desuerado	31,42	160	menor
Prensado	30,14	160	menor
Salado	190,82	160	mayor
Empacado	80,43	160	menor

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en Lácteos “La Esencia

Con este análisis se observa que el proceso que limita la producción es el proceso de salado ya que el tiempo estándar del ciclo es mayor al tiempo talk

3.1.2.4 Etapa 4. Balance de masa del proceso productivo de queso fresco

A = leche entera

B = leche descremada

C = cuajo Marschall líquido

D = CaCl₂

E = suero de leche total

F = queso

Datos:

masa = volumen * densidad

$$A + B = 600 \text{ lt de leche} * 1,029 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} = 617,4 \text{ kg de leche}$$

$$C = 30 \text{ ml de cuajo} * 1,041 \frac{\text{g}}{\text{ml}} = 31,23 \text{ g} * \frac{1 \text{ kg}}{1000\text{-g}} = 0,031 \text{ kg de cuajo}$$

$$D = 120 \text{ g de CaCl}_2 * \frac{1 \text{ kg}}{1000\text{-g}} = 0,12 \text{ kg de CaCl}_2$$

$$F = 130 \text{ quesos de } 800 \text{ g} = 104000 \text{ g} * \frac{1 \text{ kg}}{1000\text{-g}} = 104 \text{ kg de queso}$$

Ecuaciones:

Entra = Sale

$$A + B + C + D = E + F$$

$$617,40 \text{ kg} + 0,031 \text{ kg} + 0,12 \text{ kg} = E + 104 \text{ kg}$$

$$E = 617,40 \text{ kg} + 0,031 \text{ kg} + 0,12 \text{ kg} - 104 \text{ kg}$$

$$C = 513,551 \text{ kg}$$

$$617,4 \text{ kg} \text{ _____ } 100\%$$

$$513,551 \text{ kg} \text{ _____ } x = 83,18 \% \text{ de suero total}$$

$$600 \text{ lt totales de leche} \text{ _____ } 100\%$$

$$x = 499,08 \text{ lt totales de suero} \text{ _____ } 83,18\%$$

Suero de leche total = SL recolectado + SL no recolectado

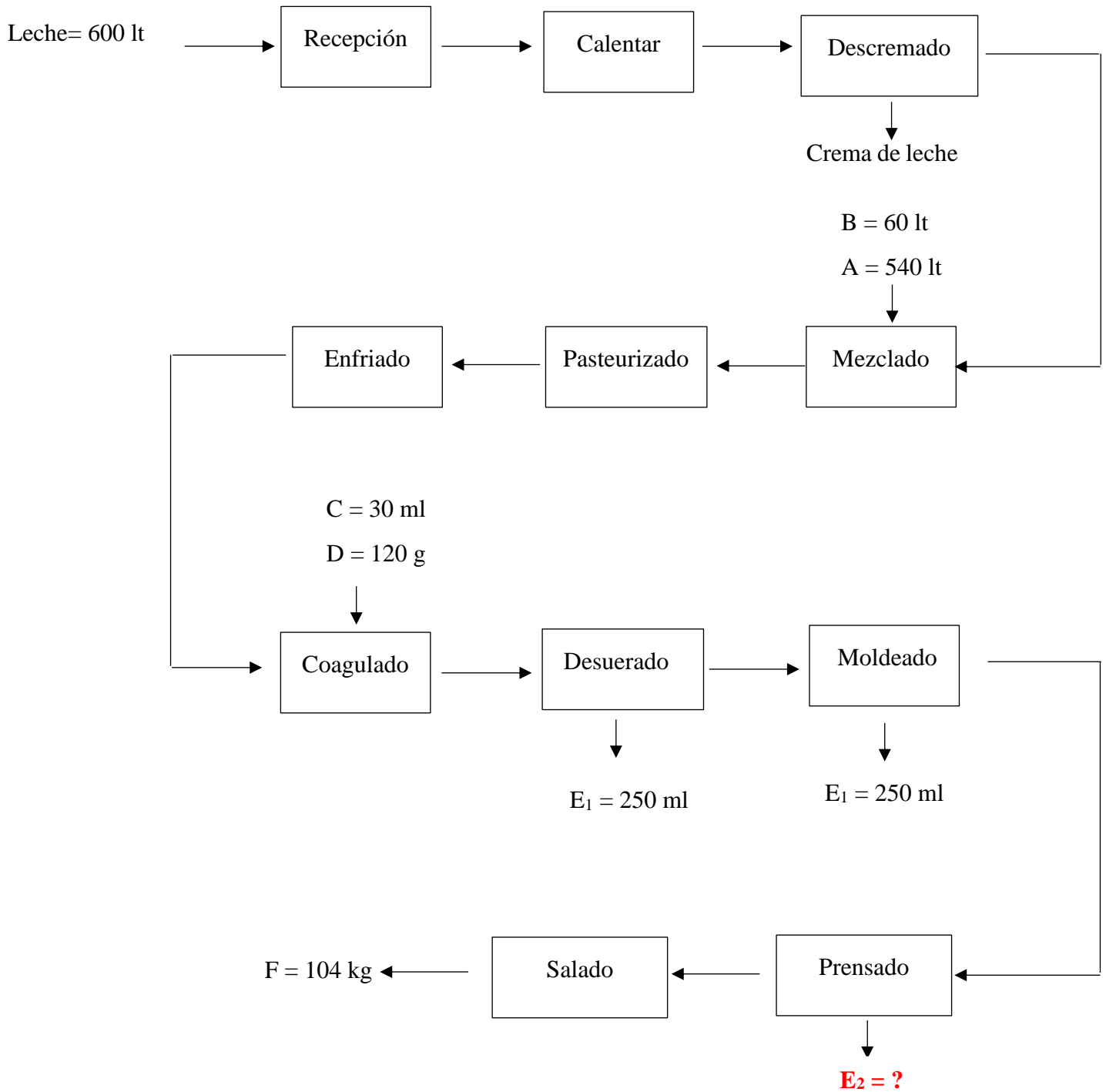
$$E = E_1 + E_2$$

$$499,08 \text{ lt} = 250 \text{ lt} + E_2$$

$$E_2 = 499,08 \text{ lt} - 250 \text{ lt}$$

$$E_2 = 249,08 \approx 249 \text{ lt de suero de leche no recolectado}$$

Figura 7. Balance de masa del proceso productivo de queso fresco de 800 gr



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en Lácteos “La Esencia”.

A partir del balance de masa realizado se determinó la cantidad total de suero que la empresa desperdicia ya que a partir del desuerado y moldeado se obtienen 250 litros de suero destinada a alimentación del ganado, pero posteriormente en el proceso de prensado se extraen 249 litros de suero eliminado en cañerías que en total representan el 83,18 % del total del lote de leche que son 600 Lt este dato es correcto ya que según **Riofrío (2014)** se estima que a partir de 10 litros de leche de vaca se puede producir de 1 a 2 kg de queso y un promedio de 8 a 9 kg de suero; esto representa cerca del 90% del volumen de la leche.

3.1.3 Diseño del Modelo de Optimización de uso de suero

Teniendo el conocimiento de que se puede dar un beneficio adicional al suero de leche considerado como desperdicio usándolo como materia prima para la elaboración de yogurt con suero y venderlo a un estrato del mercado se diseñó un modelo que optimiza el suero de leche reutilizarlo sin afectar el proceso de producción de queso fresco en las PyMEs fabricantes de queso del cantón Píllaro.

3.1.3.1 Recopilación de los datos

Número de muestra

El estudio se enfocó en las PyMEs fabricantes de productos lácteos en el cantón Píllaro. Según la información entregada por al Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP) son 14 las PyMEs fabricantes de productos lácteos en el cantón Píllaro, en el Anexo 6 se detallan los datos de cada una con su respectiva razón social y forma de contacto como: correos electrónico y números de teléfono (los cuales pueden ser utilizadas únicamente para la realización del presente trabajo de titulación). Al ser una población pequeña no fue necesario realizar el cálculo de muestra y se trabajó con las 14 PyMEs.

Recolección de la información.

Al poseer, los números de contacto y correos de las empresas se realizó una encuesta online dirigida a los propietarios de las PyMEs productoras de lácteos, utilizando la plataforma Google forms. Se inicio llamando a cada una de las empresas para solicitar los datos necesarios, 13 accedieron excepto la empresa con razón social Campaña Coba Mónica Patricia la cual se mostró renuente a entregar información ya que habría tenido un

inconveniente con un tesista en años anteriores y optaron la política de no entregar ningún tipo de información ya sea online o presencial por tanto se obtuvo información de trece encuestas. Las encuestas fueron validadas de forma cualitativa y cuantitativa según el cálculo de α de Cronbach detallado en el Anexo 7, obteniendo un valor de 0.82 cercano a 1 lo que significa que la encuesta se considera valida.

A continuación, se detallan cada una de las preguntas realizada:

1.- Género

En la figura 8 se muestra que de las 13 empresas encuestadas el 58% de los propietarios de las PyMEs son mujeres y el 42% por hombres

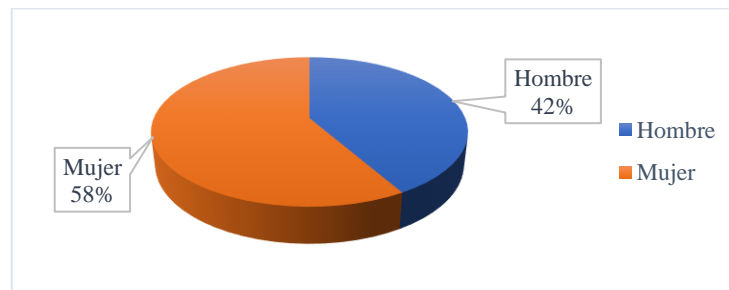


Figura 8. Género

Elaborado por: La autora

2.- Edad

En la figura 9 se muestra que de las 13 empresas encuestadas el rango de edad predominante de los propietarios de las PyMEs de 30 a 49 años con 58% y 40 a 50 años con el 25%

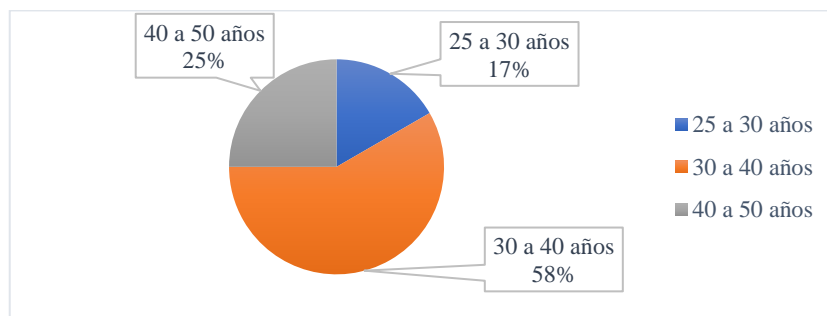


Figura 9. Edad

Elaborado por: La autora

3.- Educación

En la figura 10 se muestra que el 42% de los propietarios de las PyMEs pasaron el bachillerato y el 33% posee una formación académica de tercer nivel lo que les permite conocer técnica apropiadas de innovación en procesamiento de alimentos

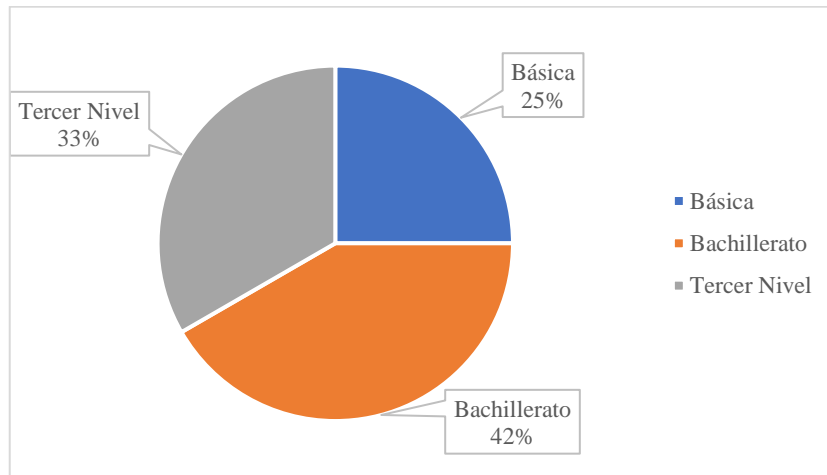


Figura 10. Educación

Elaborado por: La autora

4. ¿Elabora queso fresco en la PyME?

En la figura 10 se observa que de las 13 PyMEs encuestadas únicamente el 17% no elaboran queso y el 83% si

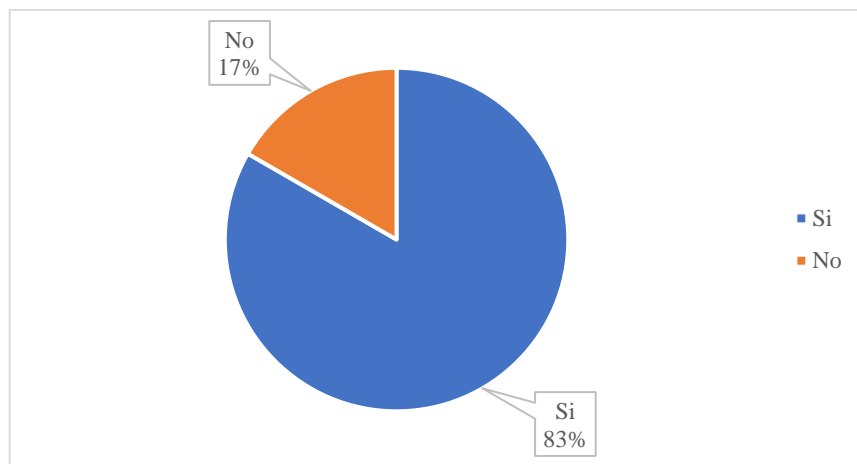


Figura 11. PyMEs que producen queso

Elaborado por: La autora

5. ¿Cuántos litros de leche al día destina a la producción de queso fresco?

En la figura 12 se observa que el 70% de las 10 PyMEs encuestadas utilizan de 1000 a 2000 litros de leche al día para producir queso fresco, el 20% de 100 a 1000 litros y el 10% de 2000 a 3000 litros

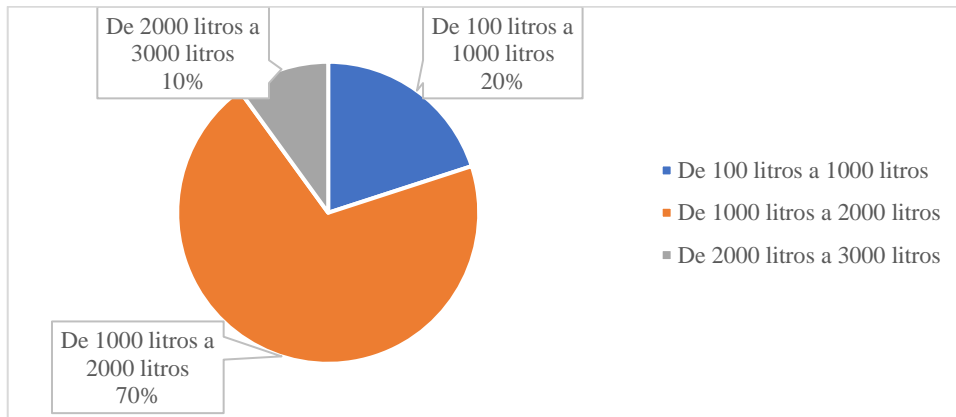


Figura 12. Litros de leche al día usados por las PyMEs para producir queso

Elaborado por: La autora

7. ¿Cuántos kilogramos de quesos fresco produce al día?

En la figura 13 se observa que el 70% de las 10 PyMEs encuestadas producen de 200 a 400 kilogramos de queso fresco, el 20% de 10 a 200 kilogramos y el 10% de 400 a 600 kilogramos

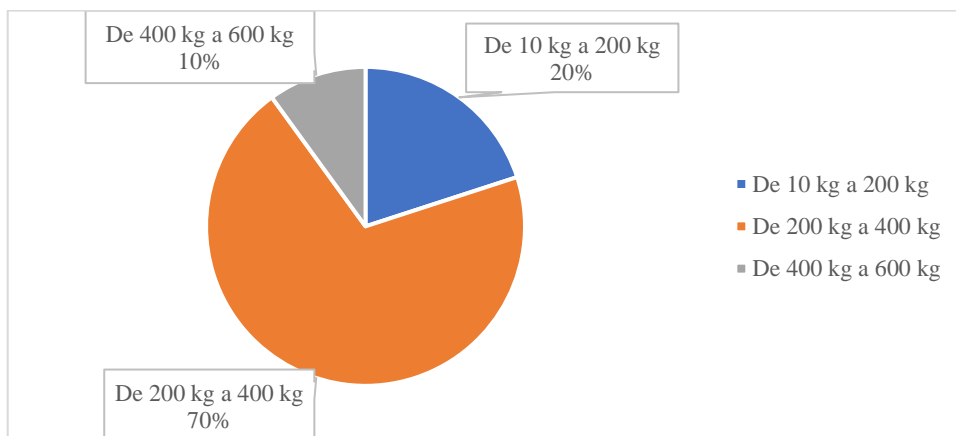


Figura 13. Kilogramos de queso fresco producidos al día por las PyMEs

Elaborado por: La autora

8. ¿Cuál es su inversión por 1 kilogramo de queso fresco elaborado?

En la figura 14 se observa que el 80% de las 10 PyMEs encuestadas invierten de 1 a 2 dólares para producir 1 kilogramo de queso fresco y el 20% invierten de 2 a 3 dólares

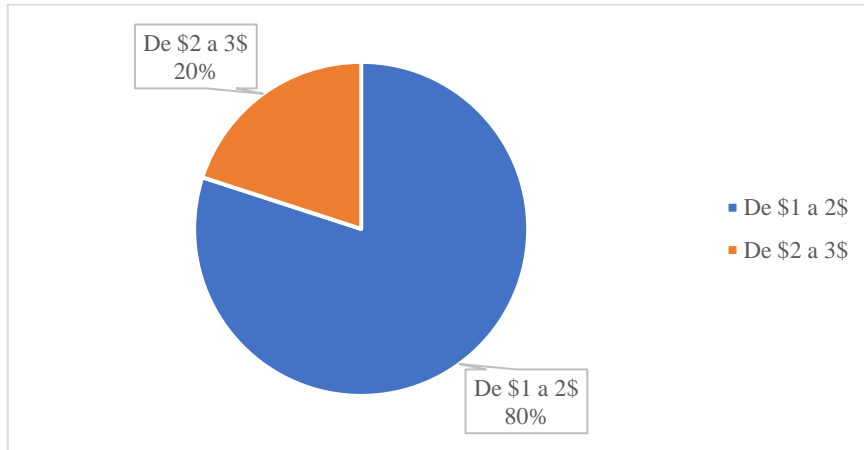


Figura 14. *Inversión por 1 kilogramo de queso fresco elaborado*

Elaborado por: La autora

9. ¿Cuál es su margen de utilidad por 1 kilogramo de queso fresco elaborado?

En la figura 15 se observa que el 80% de las 10 PyMEs encuestadas tienen una utilidad de 10% a 20% en 1 kilogramo de queso fresco elaborado y el 20% tienen una utilidad de 0% al 10%

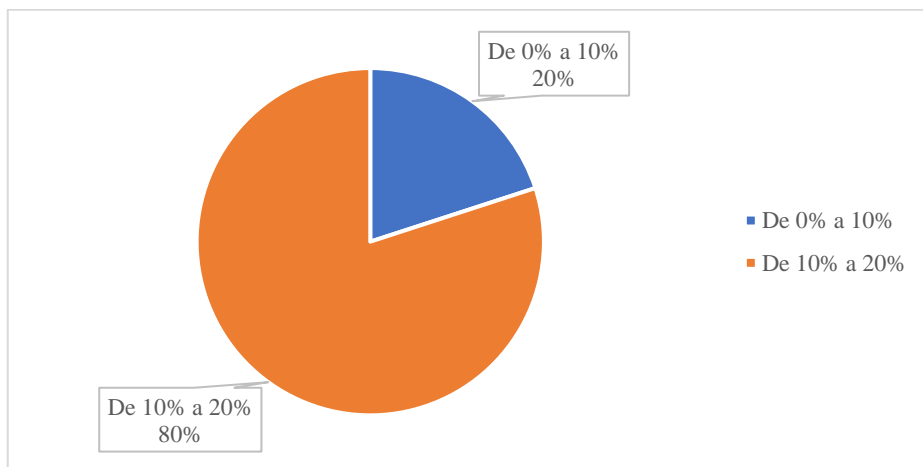


Figura 15. *Utilidad por 1 kilogramo de queso fresco elaborado*

Elaborado por: La autora

10. ¿Qué porcentaje de suero de leche obtiene por lote de queso fresco elaborado?

En la figura 16 se observa que el 80% de las 10 PyMEs encuestadas generan de 30% a 40% de suero de leche por lote de queso fresco elaborado y el 20% generan de 40% a 50% de suero de leche. Este porcentaje es equivalente al suero de leche que las PyMEs recolectan para alimentación animal, pero gran parte de este no es recolectado y se elimina a las alcantarillas durante el proceso de producción de queso ya que del 80% al 90% de la leche empleada para producción de queso se convierte en suero

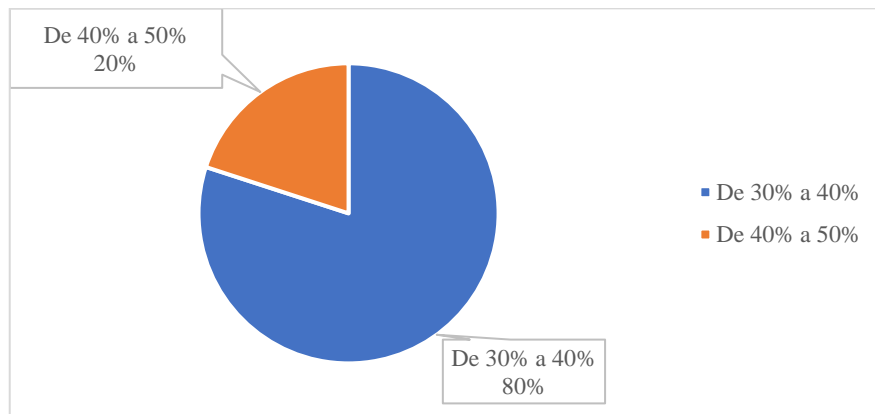


Figura 16. *Porcentaje de suero de leche obtiene por lote de queso fresco elaborado*

Elaborado por: La autora

10. ¿Qué hace con el suero de leche obtenido?

En la figura 17 se observa que el 100% de las 10 PyMEs encuestadas destinan el suero de leche recolectado para alimentación animal

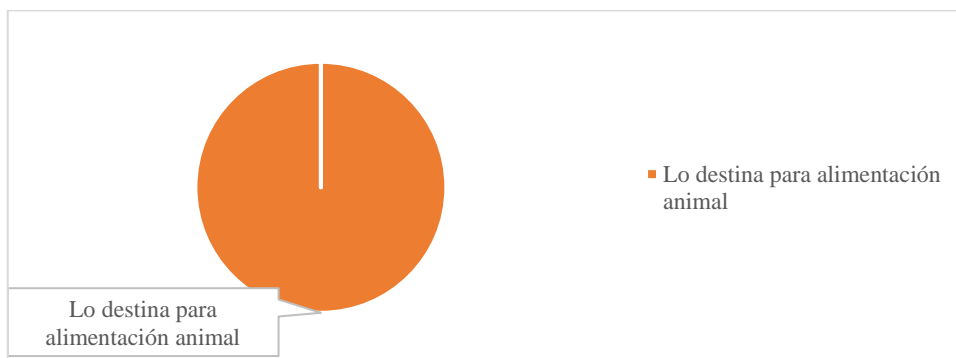


Figura 17. *Destino del suero de leche obtenido*

Elaborado por: La autora

11. ¿Tiene interés en reprocesar el suero de leche utilizándolo como materia prima para la elaboración de otro producto lácteo?

En la figura 18 se observa que el 100% de las 10 PyMEs encuestadas tiene interés en reprocesar el suero de leche utilizándolo como materia prima para la elaboración de otro producto lácteo

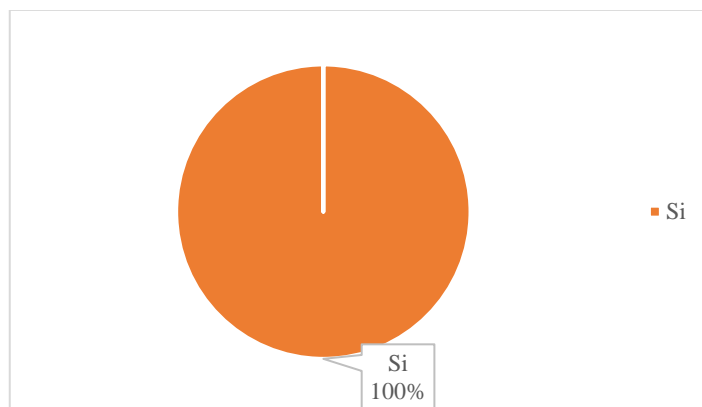


Figura 18. *Interés en reprocesar el suero de leche como materia prima para la elaboración de otro producto lácteo*

Elaborado por: La autora

12. ¿Qué producto lácteo elaborado a base de suero de leche le gustaría realizar, si tuviera certificación de Buenas Prácticas de Manufactura?

En la figura 19 se observa que el 70% de las 10 PyMEs encuestadas tiene interés en elaborar yogurt de suero, el 20% bebida láctea y el 10% proteína de suero

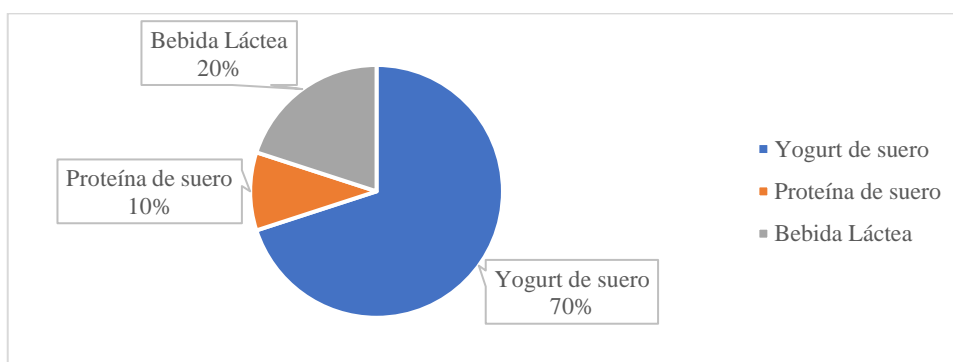


Figura 19. *Producto lácteo elaborado a base de suero de leche de interés*

Elaborado por: La autora

13. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir en la elaboración de un nuevo producto a partir de suero de leche?

En la figura 20 se observa que el 70% de las 10 PyMEs encuestadas estaría dispuesto a invertir de 1000 a 2000 dólares en la elaboración de un nuevo producto lácteo a partir de suero de leche, el 20% menos de 1000 dólares y el 10% 2000 a 3000 dólares

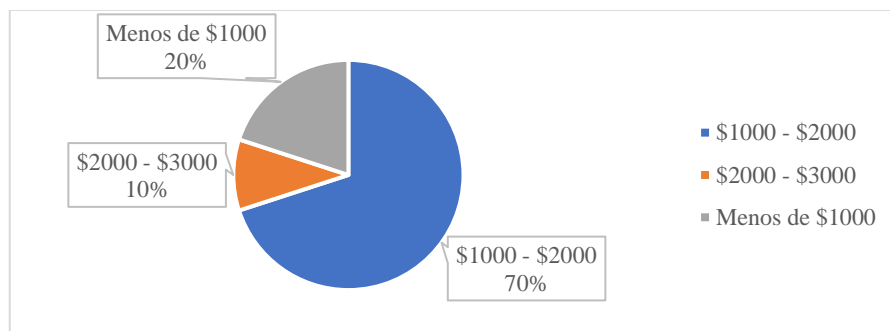


Figura 20. *Inversión para la elaboración de un nuevo producto a partir de suero de leche*

Elaborado por: La autora

14. ¿Qué características considera al invertir en la elaboración de un nuevo producto a partir de suero?

En la figura 21 se observa que el 80% de las 10 PyMEs encuestadas consideran importante la parte económica y social al invertir en la elaboración de un nuevo producto, el 10% considera solo la parte económica y el 10% considera importante la parte económica social y medio ambiental

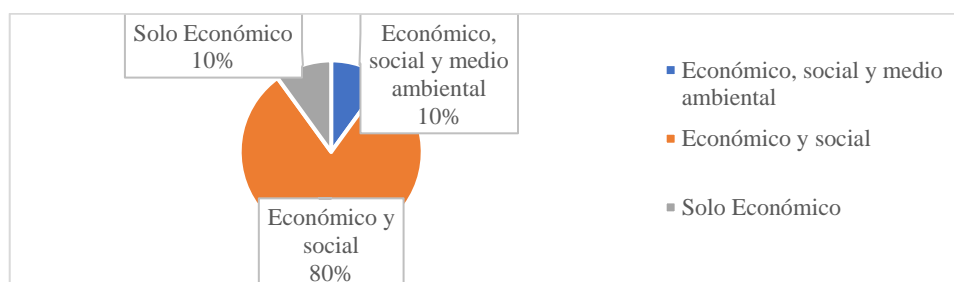


Figura 21. *Consideraciones al invertir en la elaboración de un nuevo producto a partir de suero*

Elaborado por: La autora

15. ¿La PyMEs posee certificación de buenas prácticas de manufactura?

En la figura 22 se observa que de las 10 PyMEs encuestadas solo el 10% posee certificación de buenas prácticas de manufactura y el 90% no

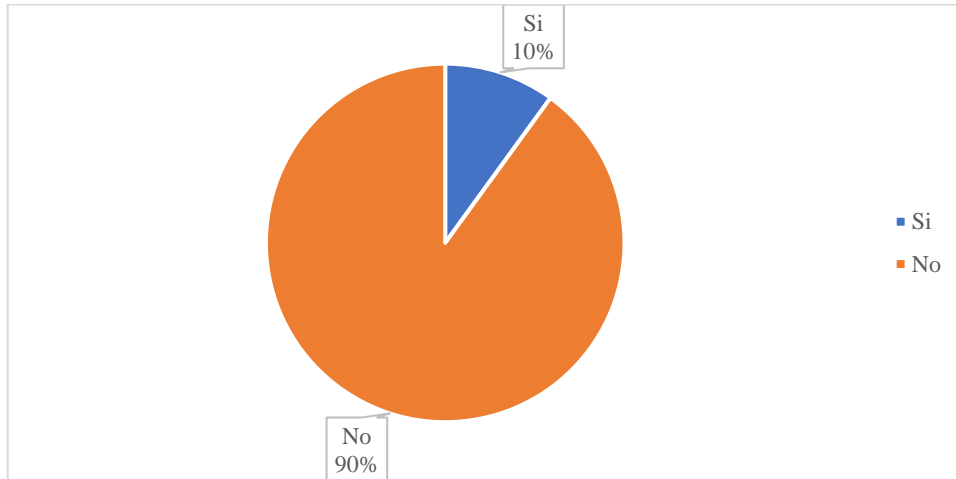


Figura 22. *PyMEs que posee certificación de buenas prácticas de manufactura*

Elaborado por: La autora

16. Si la respuesta anterior es NO, ¿Estaría dispuesto a realizar el proceso para adquirir BPMs?

En la figura 23 se observa que de las 9 PyMEs que no poseen certificación BPMs el 100% desea adquirir dicha certificación

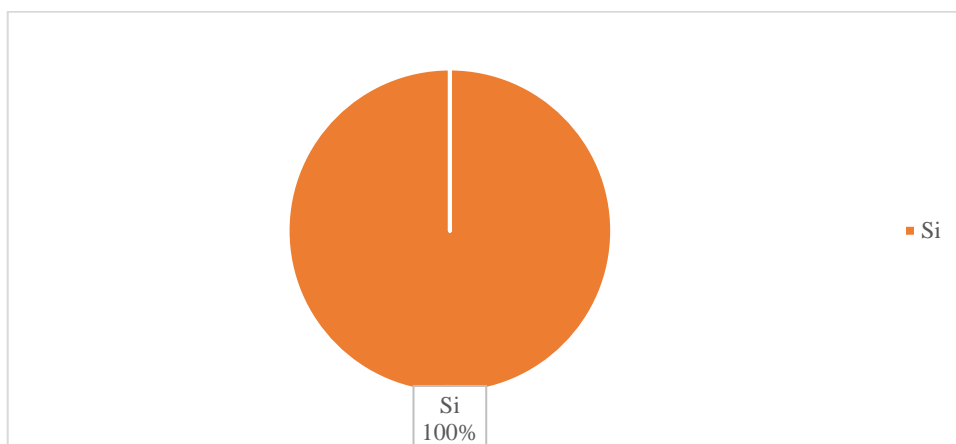


Figura 23. *Disposición para adquirir BPMs*

Elaborado por: La autora

3.1.4 Aplicación del modelo de optimización del uso de suero de leche

En la tabla 11 se observa los datos que se utilizó para diseñar el modelo de optimización

Tabla 11. Datos para diseñar el modelo de optimización

Productos	Cantidad	Precio de venta	Costo de producción (dólares)	Unidades producidas al día	Costo Total (dólares)	Ventas (dólares)
Queso fresco	500 gramos	1,2	1,00	800	800	960
Yogurt de suero	1 litro	2,4	2,00	0	0	0
Suero de leche	1 litro	0,01	0,01	800	20	24
TOTAL				1600	820	984

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta.

*Costo total = Costo de producción * unidades producidas*

*Costo total = 1 * 800*

*Costo total = **800 dólares***

*Ventas = Cantidad * precio de venta*

*Ventas = 800 * 1,2*

*Ventas = **960 dólares***

En Píllaro, el 83% de las PyMEs productoras de lácteos elaboran queso fresco y utilizan 2000 litros de leche para su elaboración, obteniendo 800 unidades de queso fresco de 500 gramos con una inversión de un dólar por cada 500 gramo de queso fresco elaborado, además de queso fresco se recolectan 800 litros de suero de leche desperdiciado como alimento animal sin generar ganancias a las PyMEs a pesar de poseer gran contenido nutricional. En las encuestas se evidencia también el interés de las PyMEs para obtener certificación de Buenas Prácticas de Manufactura y utilizar el suero de leche como materia prima para elaborar yogurt con suero (bebida de yogurt). La bebida de yogurt elaborado bajo certificación de BPM tiene un costo aproximado en el mercado de tres dólares aproximadamente (Anexo 9). Considerando todos los

aspectos mencionados se diseñó un modelo que evidencie el beneficio de optimizar el suero de leche mediante su reinsertión en la elaboración de yogurt

En la tabla 12 se observa la función objetivo, variables y restricciones necesarias para diseñar el modelo de optimización de uso de suero

Tabla 12. *Función objetivo, variables y restricciones*

OBJETIVO	Ventas brutas actual	984 dólares	
VARIABLES	Producción de queso de 500 gramos	800 unidades	≥ 800
	Producción de yogurt con suero en litros	0 unidades	
	Producción de suero en litros	800 unidades	≤ 800
RESTRICCIONES	Capacidad de bodega	3000 unidades	
	Presupuesto	2000 dólares	

Elaborado por: La Autora

Objetivo:

1. *Maximizar las ventas y cartera de productos*
2. *Minimizar desperdicios*

Desde el enfoque empresarial el objetivo fue maximizar ventas. Para las PyMEs la maximización de ventas es importante ya que las ventas sostienen las empresas si no hay ventas las empresas se detienen. Una forma de maximizar las ventas es incrementando la cartera de productos en este caso ya no se vendería solo el queso fresco sino también yogurt utilizando el suero que queda como desperdicio de la producción de queso fresco, de esta forma las PyMEs tendrían la capacidad de vender dos tipos de productos: queso fresco y yogurt con suero generando un valor financiero a un desecho el cual tiene una campo positivo en producción y al desempeño de la empresa dando un cambio de visión empresarial al desecho asumiendo que no se desperdicia el suero y se transforma en un insumo más.

Variables:

1. *Cantidad de queso fresco*
2. *Cantidad de yogurt con suero*
3. *Cantidad de suero de leche*

Las variables a considerar son la cantidad de queso fresco, yogurt con suero y suero de leche producidos. Las condiciones aplicadas para limitar las variables son que la producción de queso fresco y su almacenamiento en bodega debe ser mayor o igual a 400 kilogramos (≥ 400) debido a que no se quiere dejar de producir la cantidad de producto que ya se realiza puesto que ya tiene su mercado y sus clientes. Otra condición es aplicada al suero de leche la cual debe ser menor o igual a 800 litros (≤ 800) ya que es lo que menos quiero tener en bodega porque no genera rentabilidad y produce mayor desempeño como insumo para elaborar yogurt

Restricciones:

1. Capacidad de bodega
2. Presupuesto

La capacidad de bodega y el presupuesto permiten establecer restricciones. La capacidad de bodega es la capacidad de almacenamiento en la bodega, se tomó como referencia la capacidad de bodega de la fábrica de lácteos “La Esencia” que puede almacenar hasta 3000 unidades en un cuarto frío por un periodo corto de tiempo ya que los productos lácteos son despachados diariamente por su rápida rotación. El presupuesto considerado es de 2000 dólares ya que según las encuestas las PyMEs del sector Píllaro consideran que este este valor es adecuado para invertirlo en la elaboración de un nuevo producto

3.1.4.1 Ecuaciones para optimizar, en Solver Excel

Modelo de optimización.

Función objetivo:

$$Max Ventas = 1,2q_1 + 2,4q_2 + 0,01q_3$$

Restricciones:

$$q_1 + q_2 + q_3 \leq 3000$$

$$1q_1 + 2q_2 + 0,01q_3 \leq 2000$$

$$q_1 \geq 800$$

$$q_2 \leq 800$$

$q_1 =$ cantidad unidades de queso $q_2 =$ cantidad unidades de yogur $q_3 =$ cantidad unidades de suero
--

Los datos y las ecuaciones se ingresaron a la herramienta Solver Excel para importar los datos y obtener el modelo de optimización.

En la tabla 13 se obtiene los datos del modelo ya optimizados

Tabla 13. *Datos optimizados*

Productos	Cantidad	Precio de venta	Costo de producción (dólares)	Unidades producidas al día	Costo Total (dólares)	Ventas (dólares)
Queso fresco	500 gramos	1,2	1,00	800	800	960
Yogurt con suero	1 litro	2,4	2,00	600	1200	1440
Suero de leche	1 litro	0,01	0,01	0	0	0
TOTAL				1600	820	2400

Elaborado por: La Autora

Al finalizar la simulación se observa un incremento en las ventas por medio de la reducción de la cantidad de suero de leche con una producción de 600 unidades de yogurt con 30% de suero de leche

CAPÍTULO IV

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Por medio de la recolección de información bibliografía se observó la importancia de la aplicación de modelos de optimización para la toma de decisiones enfocados en la maximización o minimización de objetivos con el empleo de variables y restricciones
- Se caracterizó el proceso productivo de suero de leche y queso fresco por medio de una investigación en campo a la fábrica de productos lácteos “La Esencia” y con el uso de la herramienta Value Stream Map se analizó minuto a minuto el proceso desde la recepción de la leche hasta el almacenamiento del queso fresco identificándose un tiempo de proceso por lote de 448,98 min y una producción diaria máxima de tres lotes, además se identificó que en el proceso de desuerado y prensado se genera el suero de leche desperdiciado
- Al tener una idea clara del proceso productivo de queso a nivel industrial se tomó datos de las cantidades necesarias de leche utilizado diariamente por la planta y se obtuvo que de cada lote de queso fresco realizado el 80% es suero de leche y el 20% se transforma en queso
- Con el análisis de cuello de botella realizado se identificó que el proceso limitante en la producción del queso fresco es el salado
- Las PyMEs productoras de queso del cantón Píllaro destinan diariamente 2000 litros de leche a la producción de queso y recolectan únicamente el 30% de suero de leche desperdiciado en alimentación animal, el sector productivo posee un 100% de interés en adquirir certificación en BPM para reprocesar el suero de leche y elaborar yogurt con suero
- Se diseñó un modelo de optimización aplicado a las PyMEs del sector de Píllaro con la implementación de yogurt formulado con 70% de leche y 30% de suero de leche, evidenciándose un aumento en las ventas de 984 dólares a 2400 dólares

4.2 Recomendaciones

- Realizar investigaciones que promuevan la ideología de Economía Circular en procesos productivos
- Con el mismo enfoque se recomienda diseñar otros modelos de optimización para la toma de decisiones
- Realizar un análisis comparativo del impacto ambiental generado antes y después de implementar la reutilización de suero de leche

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero Coaquira, L. M. (2017). *Aplicación de método simplex para un modelo en la producción de leche y sus derivados en pequeños y medianos productores*. 86.
- Aguirre Alvarez, Y. A. (2014). *Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes*. 145.
<http://www.bdigital.unal.edu.co/48916/>
- Balboa, C., & Domínguez Somonte, M. (2014). Circular economy as an ecodesign framework: the ECO III model. *Informador Técnico*, 78(1), 82.
<https://doi.org/10.23850/22565035.71>
- BustilloVidea, M., & Zelaya Videa, V. (2019). *Yogurt natural a partir de leche con suero lácteo a escala de laboratorio, Universidad de Ingeniería, sede regional del norte, Estelí Nicaragua*. 59–68.
- Cabrera Calva, R. (2017). *VSM Value Stream Mapping-Análisis de Cadena de Valor*. 40.
- Cabrera Calva, R. C. (2015). VSM, Value Stream Mapping. *Lean Solutions*, 1–37.
<https://eddymercado.files.wordpress.com/2013/05/analisis-del-mapeo-de-la-cadena-de-valor.pdf>
<http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/>
- Camacaro Peña, M. A., Paredes Rodríguez, A. M., Aulestia Potes, C. D., & Henao Guerrero, M. G. (2021). Mapa de cadena de valor como una herramienta para la mejora de los procesos de cosecha y postcosecha en una empresa productora de piña. *Entramado*, 17(02), 226–242.
- Cámara de Comercio de Guayaquil. (2019). Prohibición al Suero de Leche: Desperdicio, informalidad y daño ambiental. *IPE-321-Comercio-de-Suero-de-Leche*, 2019.
<https://www.lacamara.org/website/wp-content/uploads/2017/03/IPE-321-Comercio-de-Suero-de-leche.pdf>
- Chacón, L., Chávez, A., Rentería, A. L., & Rodríguez, J. (2017). *Proteínas del lactosuero: usos, relación con la salud y bioactividades*. 42(November), 712–718.
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiw4KTfiuv1AhVVIGoFHeA3A3kQFnoECAIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F469%2F46929416011.pdf&usg=AOvVaw1MEjM1xoBaofW29UZ0dEll>
- Chakravartula, S. S., Soccio, M., Lotti, N., Balestra, F., Dalla Rosa, M., & Siracusa, V. (2019). Characterization of composite edible films based on pectin/alginate/whey protein concentrate. *Materials*, 12(15), 1–19.
<https://doi.org/10.3390/ma12152454>
- Clark Flores, D. (2020). BASES DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD INTEGRANDO LAS NORMAS ISO 9001:2015 Y LOS FUNDAMENTOS DE LEAN CONSTRUCTION. *Universidad de Chile*.
- De la Cruz Falcon, A. J. (2017). *Maximización De La Producción De Derivados Lacteos Caso : “Empresa Industrial Plemsa S.a.” Presentado*. 1–111.
[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3919/De La Cruz](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3919/De%20La%20Cruz%20Falcon%20A.%20J.%20(2017).%20Maximizaci%C3%B3n%20De%20La%20Producci%C3%B3n%20De%20Derivados%20Lacteos%20Caso%20%3A%20%22Empresa%20Industrial%20Plemsa%20S.a.%22%20Presentado.pdf)

Falcon.pdf?sequence=1

- de Oliviera, D. F., Granato, D., & Barana, A. C. (2018). Development and optimization of a mixed beverage made of whey and water-soluble soybean extract flavored with chocolate using a simplex-centroid design. *Food Science and Technology (Brazil)*, 38(3), 413–420. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.07017>
- El Comercio. (2019). *Conozca los tipos de productos que contienen suero de leche*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/elaboracion-productos-suero-leche-arcsa.html>
- Espinosa, S., & Fernandez, M. (2020). *Recuperación y valorización de lactosuero en PYMES de la cuenca láctea argentina , a través de la asociación público - privada*.
- Fundación Ellen MacArthur. (2021). *Hacia una Economía Circular: Motivos para una transición acelerada*. https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/320452/mod_resource/content/1/Executive_summary_SP.pdf
- Jimenez, D. (2014). *Pymes y Calidad*. <https://www.pymesycalidad20.com/que-es-value-stream-mapping-y-por-que-es-diferente-de-otros-diagramas.html>
- Jiménez, L., Pérez, E., Valero, A., Valero, A., Cerdá, E., Sanz, F., Martínez, J., Molina, A., Morató, J., Tollín, N., Villanueva, B., & Begoña, B. (2020). Economía Circular-Espiral: Transición hacia un metabolismo económico cerrado. *ECOBOOK*, 344. https://books.google.com.ec/books?id=5RvJDwAAQBAJ&dq=economia+circular+pdf&source=gbs_navlinks_s
- Kowszyk, Y., & Maher, R. (2018). Estudios de caso sobre modelos de Economía Circular e integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en estrategias empresariales en la UE y ALC. *Perspectivas Económicas Biorregionales*, 8–9. https://eulacfoundation.org/es/system/files/economia_circular_ods.pdf?fbclid=IwAR2R4lK4en07di_U4JFDSNFyuJt5buqz60fyTQJeCzhicTmSCzQtbIXeLtl
- Livaque, A., & Peña, D. (2020). *Estudio De Tiempos Y Movimientos Para Mejorar La Productividad En El Área De Producción De La Empresa De Alimentos Balanceados Kime E.I.R.L. - Chiclayo 2019*. 91. [https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8031/Livaque Gonzales%20 Alexander %26 Peña Figueroa%2C Dany.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8031/Livaque%20Gonzales%20Alexander%20Peña%20Figueroa%20Dany.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- MAG, & MPCEIP. (2019). *Acuerdo Interministerial 032*.
- Mazorra-Manzano, M. Á., & Moreno-Hernández, J. M. (2019). Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal. *CienciaUAT*, 14(1), 133. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v14i1.1134>
- Monsalve, G. (2019). *Programación y control para sistemas productivos y de servicios*. https://books.google.com.ec/books?id=JyLdDwAAQBAJ&dq=produccion+por+continua+y+batch&hl=es&source=gbs_navlinks_s

- Montesdeoca, R., Benítez, I., Guevara, R., & Guevara, G. (2017). Procedimiento para la producción de una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(1), 39–44. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182017000100006>
- Morocho, R. (2018). La Economía Circular Como Factor De Desarrollo Sustentable Del Sector Productivo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 78–98.
- Niebel, B., & Freivald, A. (2009). Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo. *Mc Graw Hill, Duodécima*. file:///C:/Users/danny/Downloads/Ingeniería-Industrial-Niebel-1.pdf
- NTE INEN: 9. (2012). *Instituto ecuatoriano de normalización. Leche cruda. Requisitos*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/9-5.pdf>
- Paez, R., Granata, V., Devito, M., Karlen, J., & Taverna, M. (2018). Modelos de optimización aplicados al aprovechamiento de lactosuero en PyMEs de Santa Fe. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 4.
- Paz, R. C., & Gómez, D. G. (2013). Diseño y Selección de Procesos. *Facultad de Ciencias Económicas y Sociales*, 7(Procesos), 23. http://nulan.mdp.edu.ar/1613/1/08_diseno_procesos.pdf
- Pérez, R. (2019). *Introducción a los modelos optimización*. <https://www.unipiloto.edu.co/descargas/Introduccion-a-Modelos-de-Optimizacion.pdf>
- Poveda, E. (2013). Suero lácteo , generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad Whey , generalities and potential use as source of calcium from high bioavailability. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(397), 397–403.
- Ramírez Rivas, I. K., & Chávez-Martínez, A. (2017). Efecto del ultrasonido aplicado al suero de leche Previo al calentamiento en la elaboración de requesón. *Interciencia*, 42(12), 828–833. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjDrK_qvrb2AhWaQjABHVS2DFMQFnoECAIQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F339%2F33953770008.pdf&usg=AOvVaw3U2UuODLmehtyv9X37dQyb
- Riofrío, R. (2014). *Caracterización de lactosuero proveniente de cuatro producciones de diferentes tipos de queso*.
- Rivera, D. (2017). *Proceso para la elaboración de una bebida saborizada con base de suero de queso de la empresa productora de lacteos “El Vernaval” del canton Pillaro de la provincia de Tungurahua*. 9, 80. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjpkLrU45T1AhUmSTABHf8CCBkQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Fdspace.uniandes.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F5948%2F1%2FPIUAESC017-2017.pdf&usg=AOvVaw1n7eHQwcZKLaiVWIKGmaJ>
- Salazar, B. (2019). *Mapa de Flujo de Valor (VSM)*. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mapa-de-flujo->

de-valor-vsm/

- Salazar, D. (2012). *Estudio del efecto de la incorporación de concentrados de proteínas del suero de quesería en la elaboración de queso fresco con reducido contenido de grasa, para promover un mayor aprovechamiento del suero generado en las queserías del cantón Pillaro, Pro.* 1–15. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/4343>
- Santander, M., & Maya, J. (2018). *Optimización de la producción de la industria láctea PASTOLAC a partir del uso del subproducto y desecho.* 83.
- Stahel, W. (2019). *Economía Circular para Todos: Conceptos Básicos para Ciudadanos, Empresas y Gobiernos. Independently Published,* 124. https://books.google.com.ec/books?id=gNKUxgEACAAJ&dq=economia+circu+lar+pdf&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y
- Valencia, M. (2021). Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador. *Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca,* 1(9), 1–211. https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Libro-Blanco-final-web_mayo102021.pdf
- Valor, C., Muñoz, María Jesus Fernández, M., Rivera, M. J., Ferrero, I., Escrig, J. V., & Gisbert, E. (2020). La economía circular: una opción inteligente. *Economistas Sin Fronteras,* 37, 42. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiy1NeRkvX2AhXZg2oFHWAICZgQFnoECAQQAQ&url=https%3A%2F%2Fecosfron.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F03%2FDossieres-EsF-37-La-Econom%25C3%25ADa-Circular.pdf&usg=AOvVaw>

ANEXOS

Anexo 1. Tabla General Electric Company para número de observaciones

Tiempo de Ciclo (min)	Observaciones a efectuar
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
4,00 a 5,00	15
5,00 a 10,00	10
10,00 a 20,00	8
20,00 a 40,00	5
más de 40,00	3

Fuente: (Niebel & Freivald 2009)

Anexo 2. Escala británica de valoración del ritmo de trabajo

Escala 0-100%	Descripción	Velocidad de marcha (km/h)
0	Actividad nula	0
50	Muy lento, movimientos torpes inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés de trabajar	3,2
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado al destajo, alcanza con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	4,8
100	Operador activo, capaz, como de obrero calificado promedio, pagado a destajo, alcanza con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	6,4
125	Muy rápido, el operador actúa con seguridad, destreza y coordinación de sus movimientos muy por encima del obrero calificado promedio	8,0
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos de tiempo, solo alcanzada por unos pocos trabajadores	9,6

Fuente: (Niebel & Freivald 2009)

Anexo 3. Criterio de valoración presentado por la oficina internacional del trabajo de Estados Unidos (ILO)

	Estados Unidos	(ILO)
A. Holguras constantes:		
1. Holgura personal.....		5
2. Holgura por fatiga básica.....		4
B. Holguras variables:		
1. Holgura por estar parado.....		2
2. Holgura por posición anormal:		
a) Un poco incómoda.....		0
b) Incómoda (flexionado).....		2
c) Muy incómoda (acostado, estirado).....		7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):		
Peso levantado, lb:		
5.....		0
10.....		1
15.....		2
20.....		3
25.....		4
30.....		5
35.....		7
40.....		9
45.....		11
50.....		13
60.....		17
70.....		22
4. Mala iluminación:		
a) Un poco abajo de lo recomendado.....		0
b) Bastante abajo de lo recomendado.....		2
c) Muy inadecuada.....		5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable.....		0-100
6. Atención cercana:		
a) Trabajo bastante fino.....		0
b) Trabajo fino o exacto.....		2
c) Trabajo muy fino o muy exacto.....		5
7. Nivel de ruido:		
a) Continuo.....		0
b) Intermitente: fuerte.....		2
c) Intermitente: muy fuerte.....		5
d) De tono alto: fuerte.....		5
8. Esfuerzo mental:		
a) Proceso bastante complejo.....		1
b) Espacio de atención compleja o amplia.....		4
c) Muy complejo.....		8
9. Monotonía:		
a) Baja.....		0
b) Media.....		1
c) Alta.....		4
10. Tedio:		
a) Algo tedioso.....		0
b) Tedioso.....		2
c) Muy tedioso.....		5

Fuente: (Niebel & Freivald 2009)

Anexo 4. Formato físico de la encuesta dirigida a PyMEs productoras de lácteos en el cantón Píllaro



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA**



CARRERA DE INGENIERIA EL ALIMENTOS

El objetivo de la encuesta es levantar información y conocer la opinión acerca del uso de suero de leche como materia prima para diseñar un modelo que optimice el uso de suero mediante su re inserción en ciclos de producción.

Instrucciones: Marque la opción en el círculo en base a la opinión que más le agrade

1. Género

- Hombre
- Mujer
- Otro

2. Edad

- Menor a 25 años
- 25 a 30 años
- 30 a 40 años
- 40 a 50 años
- Mayor a 50 años

3. Educación

- Básica
- Bachillerato
- Tercer Nivel
- Ninguna

4. ¿Elabora queso fresco en la PyME?

- Si
- No

Si su respuesta es **SI** por favor continúe con la encuesta

Si su respuesta es **NO** seleccione terminar la encuesta

5. ¿Cuántos litro de leche al día destina a la producción de queso fresco?

- De 100 litros a 1000 litros
- De 1000 litros a 2000 litros
- De 2000 litros a 3000 litros
- De 3000 litros a 4000 litros
- De 4000 litros a 5000 litros
- De 5000 litros o mas

6. ¿Cuántos kilogramos de queso fresco produce al día?

- De 10 kg a 200 kg
- De 200 kg a 400 kg
- De 400 kg a 600 kg
- De 600 kg a 800 kg
- De 800 kg a 1000 kg
- Mas de 1000 kg

7. ¿Cuál es su inversión por 1 kilogramo de queso fresco elaborado?

- Menos de \$1
- De \$1 a 2\$
- De \$2 a 3\$
- De \$3 a 4\$
- De \$4 a 5\$

8. ¿Cuál es su margen de utilidad por 1 kilogramo de queso fresco elaborado?

- De 0% a 10%
- De 10% a 20%
- De 20% a 30%
- De 30% o mas

9. ¿Qué porcentaje de suero de leche obtiene por lote de queso fresco elaborado?

- De 20% a 30%
- De 30% a 40%
- De 40% a 50%
- De 50% o mas

10. ¿Qué hace con el suero de leche obtenido?

- Lo desecha
- Lo destina para alimentación animal
- Otro (Especifique)_____

11. ¿Tiene interés en reprocesar el suero de leche utilizándolo como materia prima para la elaboración de otro producto lácteo?

- SI
- NO

Si su respuesta es **SI** por favor continúe con la encuesta

Si su respuesta es **NO** seleccione terminar la encuesta

12. ¿Qué producto lácteo elaborado a base de suero le gustaría realizar, si tuviera certificación de Buenas Prácticas de Manufactura?

- Queso de suero
- Bebida láctea
- Yogurt de suero
- Proteína de suero
- Otro (Especifique)

13. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir en la elaboración de un nuevo producto a partir de suero de leche?

- Menos de \$1000
- \$1000 - \$2000
- \$2000 - \$3000
- Más de \$3000

14. ¿Qué características considera al invertir en la elaboración de un nuevo producto elaborado a partir de suero de leche?

- Solo económico
- Económico y social
- Económico, social y medio ambiental

15. La PyME posee certificación de Buenas Prácticas de Manufactura

- SI
- NO

16. Si la respuesta anterior es NO. ¿Estaría dispuesto a realizar el proceso para adquirir BPM

- SI
- NO

Anexo 5. Formulación del yogurt de suero de leche (bebida de yogurt)

Ingredientes	Formulación	Formulación final
Leche	30%	25,4%
Suero de leche	70%	59,4%
Estabilizante	0,1%	0,1%
Azúcar	12%	12%
Cultivo Lácteo	3%	3%
Saborizante	0,1%	0,1%
Total	112.5%	100%

Fuente: (Montesdeoca et al., 2017)

Anexo 6. Datos de las PyMEs fabricantes de productos lácteos entregados por MPCEIP

Ambato, 16 de mayo del 2022

Magister
Carlos Fernando Villacreses
DIRECTOR ZONAL 3 DEL MPCEIP

Presente

De mi consideración

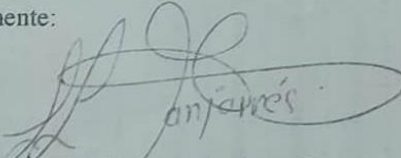
Yo, **Manjarrés López Lizeth Carolina** con cedula de identidad 1804381489 estudiante de la Universidad Técnica de Ambato, Decimo semestre de la Carrera de **Ingeniería en Alimentos** de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, solicito de la manera más comedida se me facilite información que será utilizada, para fortalecer mi trabajo de titulación bajo el tema: "APLICACIÓN DE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE USO DE SUERO DE LECHE ORIENTADA A LA CIRCULARIDAD EN PyMEs FABRICANTES DE QUESO DEL CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA", que tiene como tutor a el/la Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar, Profesor/a de la Facultad, tema y tutor aprobados en Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, en sesión ordinaria efectuada el veintisiete de enero de dos mil veintidós y notificado bajo la resolución adjunta **FCIAB-0113-CD-P-2022**

Información solicitada

- Número de PyMEs fabricantes de productos lácteos (leche, queso, manjar), en el cantón Pillaro, Provincia de Tungurahua, con su respectiva razón social, ubicación y número de contacto de dichas empresas

Sin otro particular, anticipo mis agradecimientos y quedo pendiente de la respuesta que puede ser enviada por correo electrónico a lmanjarres1489@uta.edu.ec

Atentamente:


Manjarrés López Lizeth Carolina
1804381489
0994980943

Recibido
16-05-2022
[Signature]



RUC / RISE	Razón social	Parroquia*	Actividad General	Correo electrónico	Teléfono
0201844206001	CURI ARELLANO LUIS EMILIO	PILLARO	PRODUCCION DE QUESOS	emilio_curi.1985@hotmail.com	
1700800244001	ÁVALOS INFANTE RAUL GERARDO	SAN ANDRÉS	SERVICIOS DE APOYO A LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS A CAMBIO DE UNA RETRIBUCIÓN O POR CONTRATO.	raul_avalos@hotmail.com	033066008
1801921451001	CAMPAÑA COBA MONICA PATRICIA	PILLARO	PRODUCCION DE YOGURTH	miproanos@hotmail.es	032873142 032875034
1802317881001	MORENO LUIS FERNANDO	PILLARO	ELABORACIÓN DE BEBIDAS A BASE DE LECHE, YOGURT, PASTEURIZADA, ESTERILIZADA, HOMOGENEIZADA Y/O TRATADA A ALTAS TEMPERATURAS.	lacteoskatia@hotmail.com	032874564
1802701928001	SANCHEZ JACOME MARTHA SUSANA	MARCOS ESPINEL (CHACATA)	ELABORACIÓN DE QUESO Y CUAJADA.	victoriasojacome@yahoo.com	032874417
1802755999001	VILLACRES CAMPAÑA RODRIGO MARCELO	MARCOS ESPINEL (CHACATA)	ELABORACIÓN DE LECHE FRESCA LÍQUIDA	marcelovillacres2010@hotmail.com	032874527
1803078475001	CONSTANTE CONSTANTE WELINGTON OMAR	PILLARO	ELABORACIÓN DE QUESO Y CUAJADA.	omarcostanteconstante@gmail.com	032873488
1803118338001	ARCOS FIGUEROA MONICA HERMINIA	PILLARO	PRODUCCION DE LECHE CRUDA	amonicaherminia@yahoo.com	032860018
1803210986001	CAIZA SATUQUINGA HUGO EFRAIN	SAN ANDRÉS	ELABORACIÓN DE QUESO Y CUAJADA.	hugoefracasa@gmail.com	032476416
1803786761001	OJEDA HARO ZOILA VICENTA	MARCOS ESPINEL (CHACATA)	ELABORACIÓN DE QUESO Y CUAJADA.	erilac.lacteos@gmail.com	0980359749
1804011151001	LLUGSHA SAQUINGA CARMEN AMELIA	SAN ANDRÉS	PRODUCCION DE PRODUCTOS LÁCTEOS	carmenllugsha@yahoo.com	
1804026225001	PERALVO QUISHIPUE MAYRA ROCIO	SAN JOSÉ DE POALÓ	ELABORACIÓN DE QUESO	mayra.peralvo2014@hotmail.com	0985583912
1805057963001	AMORES LOPEZ MARTHA VANESA	MARCOS ESPINEL (CHACATA)	ELABORACIÓN DE QUESO Y CUAJADA.	martyamores@gmail.com	0988727975

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.

Anexo 7. α de Cronbach

Expertos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	TOTAL
1	1	2	1	2	1	5	4	3	4	4	3	5	3	3	1	1	44
2	3	2	3	3	3	5	2	2	5	5	5	5	5	5	5	3	64
3	3	2	4	1	3	4	2	2	5	3	4	5	5	4	3	4	59
4	4	5	4	2	4	3	3	5	5	4	3	5	4	2	2	3	60
5	5	4	4	3	1	4	4	4	3	5	5	5	5	4	4	5	68
6	5	5	5	3	5	5	2	3	5	5	4	5	3	3	5	4	72
7	4	4	3	4	2	4	4	4	5	4	2	4	5	5	3	5	65
8	4	5	3	4	5	3	3	3	3	4	3	5	2	1	4	5	62
9	1	2	3	5	3	3	4	3	4	2	2	2	3	2	3	2	46
10	1	5	1	5	1	3	5	1	5	2	1	1	1	3	1	1	38
Var	2.29	1.84	1.49	1.6	2.2	0.7	1	1.2	0.6	1.16	1.56	1.96	1.84	1.56	1.89	2.21	
Suma Var	27.26																
Var total	114.16																
α	0.819767																

Anexo 8. Ficha técnica cuajo Marschall – Marzyme 1 litro

CULTURES DIVISION
www.danisco.com

Página 1 / 1

Fecha de actualización: 16 de enero de 2018



PRODUCT DESCRIPTION - PD 254595-2.0ES

Código del producto CM0020

Marschall Marzyme

10/100 1L

Descripción

Coagulante de origen microbiano, producido por fermentación de un cultivo purificado de la especie fungal *Rhizomucor* sp. Es un líquido poco denso, color caramelo y olor característico de los cuajos de origen microbiano.

Dosis

10 ml disuelto en agua cuajan 100 litros de leche en 45 min. a 35°C

Instrucciones de uso

En medio vaso de agua disuelva 10 ml de Marschall Marzyme 10/100 1L por cada 100 litros de leche a cuajar. Adicionar a la leche, que debe estar entre 32°C y 35°C, agitar durante 2 o 3 minutos. Deje en reposo durante 45 minutos, hasta que cuaje.

Composición

Cuajo de origen microbiano producido de la fermentación de un cultivo purificado de la especie *Mucor Miehei* y/o *Mucor Pusillus* y Benzoato de Sodio.

Especificaciones físico-químicas

Potencia de 650 IMCU/ml
6 a 10 ml cuajan 100 L de leche

Almacenamiento

Su potencia permanece invariable por un periodo de 24 meses a partir de la fecha de manufactura. Para su conservación, el producto se debe almacenar en lugar fresco y seco.

Embalaje

Garrafa de 500ml
Caja corrugada con 48 garrafas

Los datos que se incluyen en esta publicación son el resultado de nuestros propios trabajos de investigación y desarrollo y son fiables, a nuestro leal saber y entender. No obstante, los usuarios deberían realizar sus propios ensayos para determinar la adecuación de nuestros productos a sus objetivos concretos y la situación legal para el uso previsto. La información aquí recogida no debe considerarse como garantía alguna, expresa o implícita, y no se acepta responsabilidad alguna por infracciones de ninguna patente.


REPORTE ANALITICO		DANISCO First you add knowledge...
EOE CC 006 /1	PAGINA 1 DE 1	

PRODUCTO: CUAJO MARZYME 1L (10ml-100L)	CODIGO: CM 0020- CM 1020-CM 2020
FECHA: 2005-12-14	CONTROL ANALITICO: 0297
LOTE: 221125	F.F: 2005-12 F.V: 2007-04

CARACTERISTICA	ESPECIFICACIONES	RESULTADO
ASPECTO	Líquido poco denso, color caramelo, olor característico.	CONFORME
DIMENSIONES	Volumen promedio: 1000 ml + -2,5% (975 ml a 1025 ml)	1000
IDENTIFICACION MEITO	Actividad coagulante de la leche positiva	CONFORME
POTENCIA	42.000 Uc/g + 2,5% (42.000 Uc/g a 42.050 Uc/g) 10 ml cuaja 100 litros de leche 45 min. A 35°C Ensayo de campo.	42837
UNIFORMIDAD DE CONTENIDO	95,0% al 105,0% de la potencia estipulada	102
DENSIDAD APARENTE	1,015 a 1,067 g/ml	1,03
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	MESOFILOS TOTALES: < 1.000 UFC/g	CONFORME
	ESPORAS ANAEROBIAS: < 100 UFC/g	CONFORME
	ESPORAS AEROBIAS: < 190 UFC/g	CONFORME
	ESTAPHYLOCOCCUS AUREUS: <1UFC	CONFORME
	COLIFORMES TOTALES: < 3 UFC/g	CONFORME
	COLIFORMES FÉCALES: < 3 UFC/g	CONFORME
	E. COLI UFC/cm3: AUSENTE	CONFORME
	MOHOS Y LEVADURAS: < 100 UFC/g	CONFORME
	SALMONELLA: No detectable	CONFORME
PRESENTACIÓN COMERCIAL	Caja corrugada por 24 poles Frasco plástico por 1Lt	CONFORME
REGISTRO	INVIMA No. RSAD22H101	CONFORME

DANISCO
DANISCO COLOMBIA LTDA.
RESPONSABLE TÉCNICO DE CONTROL DE CALIDAD
MARSCHALL

Anexo 9. Precio de diferentes bebidas de yogurt disponible en el mercado

Marca	Precio	Imagen
kiosco	3,11	

<p>Dulac's</p>	<p>2,57</p>	
<p>Regeneris de alpina</p>	<p>\$3,36</p>	

Anexo 10. Datos recolectados de la fábrica de lácteos “La Esencia”

Determinar el número de repeticiones

Proceso	Observación N°1 tiempo (min)	Repeticiones
Recepción materia prima y ^{control calidad} Desde: llegada del transporte Hasta: llenado tanques de leche	12,58	8
Control de calidad - Descremada Desde: Contaminación previa leche Hasta: Mezcla de leche entera con leche descremada	28,23	5
Pasteurización Desde: Inicio Pasteurización Hasta: que la leche alcance los 80°C	21,32	5
Enfriado Desde: Inicio del Enfriamiento Hasta: Leche alcance 60°C	10,25	8
Coagulación Desde: Adición de la cuajada Hasta: Observar la separación del cuajo	28,16	5
Desuerado Desde: Eliminación del suero de leche Hasta: Moldeado del queso en Mallas	28,25	5
Prensado Desde: Inicio del Prensado Hasta: Fin del Prensado	26,35	5
Salado Desde: Adición del queso a la Salmuera Hasta: Retiro del queso de la Salmuera	172,16	3
Empacado Desde: Reposo del queso para eliminar el agua Hasta: Enfundado y sellado	55,26	3

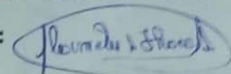
Nombre: Carolina Manjarres

Firma:



Nombre: Carmela Haro

Firma:




LACTEOS
"LA ESCENCIA"
 RUC 1802755999001
 Rodrigo M. Villacres Campana

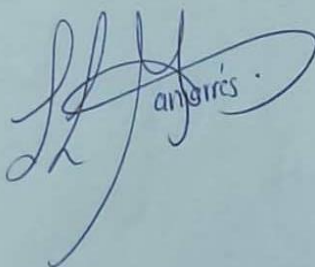
Suplementos en el proceso productivo de queso

Suplementos		Operarios: Hombres		Nº Operarios 5						
Área: Línea de Producción de queso fresco de 800 gr										
"La Esencia" Dueña: Sra Carmela Haro										
Investigadora: Carolina Manjarrés										
Suplementos		Recepción de materia prima	Control de calidad - Descremado	Pasteurización	Enfriado	Coagulación / Madurado	Desuerado / Melado	Prensado	Salado	Empacado
Constante	Por necesidades personales	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Por fatiga	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Variable	Por trabajo de pie	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Por mala postura	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Por uso de fuerza	0	0	0	0	0	1	2	0	0
	Por mala iluminación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Por condiciones atmosféricas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Por concentración intensa	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ruido	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Tensión mental	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Monotonía	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Tedio	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Total		17	15	15	15	15	16	17	15	15

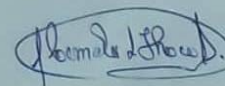
Nombre: Carolina Manjarrés

Nombre: Carmela Haro

Firma:



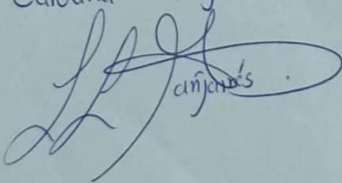
Firma

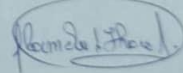



LACTEOS
"LA ESCENCIA"
 RUC 1802755999001
 Rodrigo M. Villacrés Campana

Tiempo necesario para procesar un lote de queso medido cronológicamente

Estudio de tiempo										Operarios:	Nº Operarios:
										Hombres	5
Área: Línea de Producción de queso fresco de 800gr											
"La Esencia": Dueña: Sra. Comela Haro											
Investigadora: Carolina Manjarrés											
Proceso	Número de repeticiones T/lote (min)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Recepción materia prima <i>con hel de calidad</i>	12,58	13,23	11,36	13,18	14,16	12,29	11,02	13,54			
Control de calidad <i>Desuermado</i>	28,23	30,23	26,12	29,18	30,03						
Pasteurización	21,32	22,04	20,56	23,14	20,47						
Enfriado	10,25	11,55	10,15	12,13	11,29	10,18	13,16	11,01			
Coagulación / Madurado	28,16	26,08	25,34	27,51	26,12						
Moldado Desuermado	28,25	27,29	26,38	28,13	25,39						
Desuermado Pensado	26,35	25,16	24,50	26,45	26,32						
Salado	182,16	190,02	185,60								
Empacado	55,26	66,30	88,26								
1 lote = 600 Lt $\left\{ \begin{array}{l} 540 \text{ Lt leche en tra} \\ 60 \text{ Lt leche desuermado} \end{array} \right.$; Obtiene 130 quesos \pm 150 Lt suero											

Nombre: Carolina Manjarrés
 Firma: 

Nombre:
 Firma: 



Anexo 11. Simulación del modelo de optimización de uso de suero de leche en el programa Solver Excel

The image shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Modelo de optimización_suero - Excel". The spreadsheet is divided into several sections:

- Data Table (Rows 3-7):**

Presentación	Productos	Precio	Cantidad	Costo U	Costo T	Condiciones
500g	Queso	1.2	800	1	800	≥ 800
1L	Yogurt con suero	2.4	600	2	1200	
1L	Suero	0.01	0	0.01	0	≤ 800
			1400		2000	
- Parameters (Rows 8-10):**

Capacidad Bodega	3000
Presupuesto	2000
Ventas	2400
- Modelo Matemático (Rows 11-15):**

Función Objetivo	$Max Ventas = 1,2q_1 + 2,4q_2 + 0,01q_3$
Restricciones	$q_1 + q_2 + q_3 \leq 3000$ $1q_1 + 2q_2 + 0,01q_3 \leq 2000$ $q_1 \geq 800$ $q_2 \leq 800$
- Legend (Rows 11-15):**
 - q_1 = cantidad unidades de queso
 - q_2 = cantidad unidades de yogur
 - q_3 = cantidad unidades de suero

The Solver tool is visible in the background, indicating that the model is being solved for optimal values of q_1 , q_2 , and q_3 .

