

**UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO EN EL SALVADOR A PARTIR DEL SUERO DULCE LÁCTEO  
UTILIZANDO EL SISTEMA DE ULTRAFILTRACIÓN**

**PRESENTADO POR**

**CASTELLÓN MORÁN, FRANCISCO AUGUSTO**

**HERNÁNDEZ CORTEZ, FERNANDO ARNOLDO**

**MARROQUÍN MACHADO, LILIANA GRISEL**

**ASESOR**

**ING. SALVADOR VEGA PRADO L.**

**MARZO 2,009  
EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA**

**UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**RECTOR  
ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET**

**SECRETARIO GENERAL  
INGA. XIOMARA MARTÍNEZ**

**DECANATO FACULTAD DE INGENIERÍA  
ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÓN**

**MARZO 2,009  
EL SALVADOR, CENTROAMERICA**

**UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO EN EL SALVADOR A PARTIR DEL SUERO DULCE LÁCTEO  
UTILIZANDO EL SISTEMA DE ULTRAFILTRACIÓN**

**ASESOR**

**ING. SALVADOR VEGA PRADO L.**

**FIRMA**

---

**TUTOR**

**ING. HEBERT PORTILLO.**

**FIRMA**

---

**MARZO 2,009  
EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA**

## AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios todo poderoso por haber me dado la fuerza para poder terminar este proceso largo y en muchos tramos agotador, por haberme enseñado el camino que debía seguir para terminarlo. También agradezco a la virgencita que me ilumino y me lleno de bendiciones aunque yo no lo merecía.

Le agradezco a mi madre por su esfuerzo de toda la vida para que yo pudiera terminar una etapa de mi vida en la cual sin su apoyo todavía estuviera incompleta, a mi segunda madre, mi abuela que se encuentra en el cielo, a la cual dedico este documento que forma ya parte de mí, porque sin ella también hubiera sido poco ya que ella sabiendo poco me enseñó mucho. Agradezco a toda mi familia, a mis hermanos y hermanas que me apoyaron siempre e incondicionalmente, a mi tía Teresa y a mi tío Fabricio se les estará eternamente agradecido por todo lo hecho.

Agradezco a todos mis amigos que formaron parte de mi proceso como estudiante de ingeniería: Isabel, Leslie, Celina, Jennifer, MaryC, María José, Walter, Ernesto, Moran, Rodrigo y muchos otros que me acompañaron siempre en cada una de las materias, y con los cuales no solo aprendí a ser profesional si no a ser humano.

Además estaré eternamente agradecido a las siguientes personas que directa o indirectamente formaron parte de este documento:

- A la Lic. Lorena Zeledón, Asistente ejecutiva de PROLECHE por su amabilidad y disponibilidad en atendernos y brindarnos información relevante del sector productor lácteo salvadoreño.
- Por su el tiempo que dispuso para aclarar dudas y brindar información del sector Procesador lácteo salvadoreño, Lic. Lorena Hereida directora ejecutiva de ASILECHE muchas gracias.

- A los señores de la biblioteca de Ingeniería de la Universidad Nacional por su incondicional disposición en ayudarnos.
- A la Lic. Ana Patricia Laguardia, técnico en leches y derivados del IPOA-MA, la cual sin ningún interés de por medio nos ofreció su ayuda para determinar aspectos claves dentro del presente documento.
- Al CNPML que nos abrió sus puertas para poder hacer esta investigación, al Ing. Alejandro Saz por sus tips que lograron ser una valiosa ayuda y lograron que algunas etapas de la investigación se realizara con mayor facilidad.
- Al Ing. Salvador Vega Prado, el cual con paciencia supo orientarnos y corregir nuestros errores a lo largo de todo este proceso, gracias por ser nuestro asesor.
- Al Lic. Daniel Ochoa que tuvo la disponibilidad de ayudarnos a la hora de realizar las pruebas de ultrafiltración en su laboratorio de química, gracias por sus consejos y por habernos dado el tiempo que nos brindo, la paciencia, los ratos malos y los buenos vividos en ese pequeño espacio serán grandes y recordados siempre.
- Agradezco al Ing. Carlos Pacas a quien recurrí en diferentes situaciones del proceso gracias por sus concejos, gracias por abrir ese mundo que se conoce como producción limpia y temas afines. A la Inga. Carolina Nuila por su disponibilidad y enseñarme cuando fui su estudiante que hay muchas formas de enseñar.

Agradezco a todos los docentes, amigos y no tan amigos que en algún momento fui su alumno por haberme guiado, gracias por su disponibilidad y por haberme brindado sus conocimientos, y espero utilizarlos algún día no tan lejano con mucha sabiduría.

FRANCISCO CASTELLÓN MORÁN

## **DEDICATORIA**

Es muy difícil dedicar éste trabajo de Tesis, ya que han sido muchas las personas involucradas de forma directa o indirecta para ser posible su realización. Me gustaría agradecerles por este medio a todas ellas por su participación y apoyo.

“Confía en Dios como si todo dependiera de él, y trabaja como si todo dependiera de ti”. San Agustín.

Ante todo a mi Dios, por siempre darme fuerza y paciencia a lo largo de toda mi carrera. Por siempre iluminarme el camino, y le estaré eternamente agradecida por la persona que soy.

A mis padres, por siempre darme su apoyo, y ser exigentes en cuanto a mi educación, por sus consejos y regaños, por las bromas de mi padre que siempre me las dice con verdad, por el cuidado de mi madre, y sus motivaciones para seguir adelante.

A mis abuelas, por enseñarme muchas cosas desde que era pequeña, me han ayudado hacer una mejor nieta, hija, hermana, y compañera....sobre todo gracias por sus consentimientos.

A mi sis Bárbara, y mi bro Rafael, por siempre estar ahí, por ayudarme en mis tareas, y gracias por las discusiones que hemos tenido, eso nos ha permitido unirnos más.

A mi Jimmy, gracias por ser mi amigo y novio, por el cariño y apoyo en los momentos buenos y malos..... muchas gracias por soportar mi mal carácter en momentos de estrés.

A mis amigos Yeimy, René, Fidel y Eva María, por siempre estar ahí, me han soportado y motivado cuando mas lo necesitaba.

A mis compañeros de tesis, especialmente Augusto, con el que he compartido la mayor parte de tiempo para poder realizar éste logro, gracias.

Gracias Niña Santos, por siempre acompañarme en la hora del café y del postre, y mantenerme al tanto de las noticias..... ya que no tenía tiempo de ver televisión.

Gracias a mi guardián Orito, por hacerme compañía en las noches, y por ayudarme a distraerme en las horas críticas del desvelo.

Estoy a cada uno de ustedes agradecida, sin ustedes no hubiera sido realidad.

“Cualesquiera que hayan sido nuestros logros, alguien nos ayudó siempre a alcanzarlos” Althea Gibson.

Liliana Grisel Marroquín Machado

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1: GENERALIDADES .....</b>	<b>I</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>I</b>
<b>I. OBJETIVOS .....</b>	<b>II</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	II
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	II
<b>II. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>III</b>
2.1 IMPORTANCIA.....	III
2.2 JUSTIFICACIÓN .....	III
<b>III. ALCANCES Y LIMITACIONES .....</b>	<b>V</b>
3.1 ALCANCES.....	V
3.2 LIMITANTES.....	VI
<b>IV. PROYECCIÓN SOCIAL Y DE DESARROLLO EMPRESARIAL.....</b>	<b>VII</b>
4.1 PROYECCIÓN SOCIAL .....	VII
4.2 PROYECCIÓN DE DESARROLLO EMPRESARIAL .....	VII
<b>CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
2.1 ANTECEDENTES DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE LECHE Y SUS DERIVADOS .....	1
2.1.1 <i>Situación actual del sector lácteo nacional</i> .....	3
2.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL SUERO LÁCTEO .....	5
2.3 DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DEL SUERO LÁCTEO.....	10
2.4 USOS DEL SUERO LÁCTEO EN EL SALVADOR COMO PROCESAMIENTO .....	10
<b>CAPÍTULO 3: LEGISLACION APLICABLE AL PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS DERIVADOS DE LA LECHE .....</b>	<b>12</b>
3.1 LEY DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN HIGIÉNICA DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS Y DE REGULACIÓN DE SU EXPENDIO .....	12
3.2 CÓDIGO DE SALUD .....	12
3.3 REGISTRO SANITARIO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS.....	12
3.3.1 <i>Base Legal</i> .....	13
3.3.2 <i>Beneficios de un Registro Sanitario</i> .....	13
3.3.3 <i>Proceso de Registro Sanitario</i> .....	14
3.4 NORMA GENERAL DEL CODEX PARA EL ETIQUETADO DE LOS ALIMENTOS PREENVASADOS .....	14
3.4.1 <i>Etiquetado Obligatorio de los Alimentos Pre-ensados</i> .....	15
<b>CAPÍTULO 4: ENTORNO AMBIENTAL DEL SUERO DULCE .....</b>	<b>16</b>
4.1 PROBLEMAS AMBIENTALES .....	16
4.2 LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE .....	19

4.2.2 Ley de Medio Ambiente.....	19
4.2.3 Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor.....	19
<b>CAPÍTULO 5: DESCRIPCIÓN DEL SUERO DULCE LÁCTEO .....</b>	<b>21</b>
5.1 DEFINICIÓN DEL SUERO LÁCTEO .....	21
5.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUERO LÁCTEO .....	22
5.2.1 Componentes del suero lácteo .....	22
5.3 FUENTES DE GENERACIÓN DEL SUERO DULCE LÁCTEO .....	28
5.3.1 Tipos de suero lácteo.....	28
5.3.2 Generación del suero dulce lácteo .....	29
5.4 DATOS ESTADÍSTICOS DE PRODUCCIÓN DE SUERO LÁCTEO EN EL SALVADOR.....	31
<b>CAPITULO 6: SISTEMAS QUE PERMITEN RECUPERAR LA PROTEÍNA DEL SUERO DULCE.....</b>	<b>35</b>
6.1 PRIMEROS SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE PROTEÍNA.....	35
6.2 SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE PROTEÍNA: FILTRACIÓN DEL SUERO POR MEMBRANA .....	36
6.2.1 Tipos de proceso que utilizan membranas.....	36
6.2.2 Definición de membrana .....	39
6.2.3 Operación de la membrana.....	40
6.2.4 Tipos de membrana.....	42
6.3 SISTEMA DE ULTRAFILTRACIÓN .....	48
6.3.1 Generalidades de la ultrafiltración.....	48
6.3.2 Factores que afectan la ultrafiltración .....	49
6.3.3 Ventajas y desventajas de la ultrafiltración .....	51
6.4 PRODUCTOS ELABORADOS A BASE DE PROTEÍNA DE SUERO DULCE LÁCTEO.....	51
<b>CAPÍTULO 7: METODOLOGÍA PARA ELABORAR Y EVALUAR EL PRODUCTO ALIMENTICIO A SELECCIONAR.....</b>	<b>53</b>
7.1 CUANTIFICACIÓN DEL SUERO.....	53
7.1.1 Cuantificación de suero lácteo: empresa modelo .....	53
7.2 SELECCIÓN DEL PRODUCTO ALIMENTICIO QUE SE ELABORARÁ CON PROTEÍNA DE SUERO DULCE .....	56
7.2.1 Determinación del tamaño de la muestra para la realización de encuestas de investigación.....	56
7.2.2 Recolección y análisis de datos .....	58
7.3 OBTENCIÓN DE LA PROTEÍNA DE SUERO DULCE .....	59
7.3.1 Materiales y métodos para el proceso de UF.....	59
7.4 ELABORACIÓN DEL PRODUCTO ALIMENTICIO SELECCIONADO, A PARTIR DE LA PROTEÍNA OBTENIDA DEL SUERO DULCE LÁCTEO.....	60
7.4.1 Formulación del producto alimenticio seleccionado .....	60
7.4.2 Materiales y métodos para elaborar el producto alimenticio seleccionado .....	61
7.4.3 Procesamiento de materia prima.....	61
7.5 ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO ALIMENTICIO SELECCIONADO.....	62
7.6 VIABILIDAD Y FACTIBILIDAD DEL PRODUCTO ALIMENTICIO SELECCIONADO .....	63
7.6.1 Factibilidad Económica .....	63
7.6.2 Factibilidad Ambiental .....	64
<b>CAPÍTULO 8: RESULTADOS .....</b>	<b>65</b>
8.1 CUANTIFICACIÓN DEL SUERO DULCE LÁCTEO GENERADO POR UNA EMPRESA LÁCTEA.....	65
8.1.1 Descripción del proceso de elaboración de queso fresco .....	65

8.1.2 Diagrama de proceso de elaboración de queso fresco.....	66
8.1.3 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso fresco.....	68
8.1.4 Balance de materiales del proceso de elaboración de queso fresco.....	69
8.1.5 Suero lácteo dulce generado por una empresas láctea anualmente.....	69
8.2 SELECCIÓN DEL PRODUCTO QUE SE ELABORARÁ CON PROTEÍNA DE SUERO DULCE.....	70
8.2.1 Tamaño de la muestra.....	70
8.2.2 Recolección y análisis de los datos.....	71
8.3 OBTENCIÓN DE LA PROTEÍNA DE SUERO DULCE.....	78
8.3.1 Materiales y métodos para el proceso de UF.....	78
8.3.2 Procesamiento de Suero lácteo dulce por medio del proceso de ultrafiltración.....	79
8.4 ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A PARTIR DE LA PROTEÍNA OBTENIDA DEL SUERO DULCE LÁCTEO.....	90
8.4.1 Formulación de la bebida funcional.....	90
8.4.2 Materiales y métodos para elaborar la bebida.....	91
8.4.3 Procesamiento de la materia prima.....	92
8.5 ACEPTACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE SUERO LÁCTEO CON SABOR A FRESA.....	102
8.5.1 Tamaño de la muestra.....	102
8.5.2 Recolección y análisis de los datos.....	102
<b>CAPITULO 9: TOMA DE DECISIONES.....</b>	<b>104</b>
9.6 EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA.....	104
9.6.1 Determinación de inversión y costos anuales del sistema de ultrafiltración del suero dulce lácteo para elaborar una bebida funcional con sabor a fresa.....	104
9.6.2 Ingresos por ventas de bebida funcional a base de concentrado de suero lácteo dulce sabor a fresa.....	118
9.6.4 Periodo simple de recuperación de la inversión.....	119
9.7 EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROCESO DE RECUPERACIÓN DE LA PROTEÍNA DEL SUERO DULCE LÁCTEO UTILIZANDO EL SISTEMA DE ULTRAFILTRACIÓN.....	120
9.7.1 Cantidad de proteína recuperada.....	120
9.7.2 Demanda Química de Oxígeno (DQO) reducida por la utilización del concentrado de suero dulce lácteo.....	121
9.7.3 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) reducida por la utilización del concentrado de suero dulce lácteo.....	122
<b>CAPITULO 10: MANUAL PARA LA RECUPERACIÓN DE PROTEÍNA DEL SUERO DULCE LÁCTEO UTILIZANDO EL SISTEMA DE ULTRAFILTRACIÓN.....</b>	<b>123</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>143</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>145</b>
<b>VII GLOSARIO.....</b>	<b>147</b>
<b>VIII BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>154</b>
5.1 DOCUMENTOS CONSULTADOS.....	154
5.2 TESIS CONSULTADAS.....	157
<b>ANEXOS.....</b>	<b>159</b>
A1. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA LECHE.....	159
A2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESAMIENTO DE QUESO FRESCO.....	160

A3. LEY DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN HIGIÉNICA DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS Y DE REGULACIÓN DE SU EXPENDIO.....	161
A4. PROCESO DE PASTEURIZACIÓN SEGÚN EL CODIGO DE SALUD.....	163
A5. PROCEDIMIENTO PARA REGISTRAR UN PRODUCTO.....	165
A6. ETIQUETADO OBLIGATORIO DE LOS ALIMENTOS PRE-ENVASADOS.....	168
A7. LEY DE MEDIO AMBIENTE.....	173
A8. VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS PARA VERTER AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIALES AL CUERPO RECEPTOR POR ACTIVIDAD SECCIÓN 4.....	177
A 9. PARÁMETROS COMPLEMENTARIOS SOBRE VALORES PERMISIBLES PARA AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR. ....	178
A10. BITÁCORA DE CÁLCULOS: OBTENCIÓN DE LA CANTIDAD DE SUERO LÁCTEO GENERADO PARA EL AÑO 2,007 ..	180
A11. SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE PROTEÍNA.....	186
A12. ESQUEMA GENERAL DE PROCESOS PRODUCTIVOS PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS A PARTIR DEL SUERO LÁCTEO DESPROTEINADO. ....	190
A13. ENCUESTA PARA IDENTIFICAR EL CONOCIMIENTO DE SUERO LÁCTEO POR LA POBLACIÓN.....	191
A14. HOJA BASE PARA EL REGISTRO DE DATOS EN EL PROCESO DE ULTRAFILTRADO.....	193
A15. ENCUESTA PARA EVALUAR LA ACEPTACION DE LA BEBIDA FUNCIONAL.....	194
A16. BITÁCORA DE CÁLCULOS: SUERO LÁCTEO DULCE GENERADO POR LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO.....	195
A17. TABULACIÓN DE ENCUESTA PARA IDENTIFICAR EL CONOCIMIENTO DEL SUERO LÁCTEO POR LA POBLACIÓN	197
A18. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNA EMPRESA LÁCTEA UTILIZANDO EL SISTEMA DE UF.....	201
A19. HOJA TECNICA MEMBRANA.....	202
A 20. RESULTADO DE PRUEBAS PREVIAS DEL PROCESO DE ULTRAFILTRACIÓN.....	204
A21. HOJA DE REGISTRO DEL PROCESO DE ULTRAFILTRADO.....	215
A22. HOJA DE REGISTRO PARA EL PROCESO DE PREFILTRADO.....	216
A23. HOJA DE REGISTRO DEL PROCESO DE CENTRIFUGADO.....	217
A24. ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE MUESTRAS.....	218
A25. PRUEBAS PREVIAS A LA ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL.....	222
A26. HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE DATOS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL.....	226
A27. TABULACION ENCUESTA PARA EVALUAR LA ACEPTACION DE LA BEBIDA FUNCIONAL.....	227
A28. HOJA TECNICA PLANTA PILOTO DE ULTRAFILTRADO MODELO U.....	228
A29. CARACTERISITICAS MAQUINARIA DE VIGUSA. ....	230
A30. HOJA TÉCNICA MAQUINA ENJUAGADORA, LLENADORA Y TAPONADORA DE BOTELLA PET.....	232
A31. DEPRECIACIÓN DE LA MAQUINARIA.....	241
A32. BITÁCORA DE CÁLCULOS DE TOMA DE DECISIONES.....	244
<i>S1. Sección 1: Costos de energía consumida por el equipo maquina enjuagadora, llenadora y taponadora de botella PET.....</i>	<i>244</i>
<i>S2. Sección 2: Costos incurridos por compra de PET.....</i>	<i>245</i>
<i>S3. Sección 3: Ingreso por ventas de bebida funcional.....</i>	<i>246</i>
<i>S4. Sección 4: flujo de efectivo.....</i>	<i>247</i>
<i>S5. Sección 5: Cantidad de proteína recuperada del concentrado de suero dulce lácteo en el proceso de ultrafiltración. ....</i>	<i>248</i>
<i>S6. Sección 6: Cantidad de DQO reducido por utilización del concentrado de suero dulce lácteo.....</i>	<i>249</i>
<i>S7. Sección 7: Cantidad de DBO<sub>5</sub> reducido por utilización del concentrado de suero dulce lácteo.....</i>	<i>250</i>
A33. SELECCIÓN DE ENVASE.....	251

## ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 2. 1 MAPA DE DISTRIBUCIÓN PRODUCCIÓN DE LECHE POR DEPARTAMENTO 2,004 .....	4
FIGURA 2. 2 PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL SALVADOR DEL AÑO 1,995-2,007 CON LA VARIACIÓN PORCENTUAL ANUAL .....	5
FIGURA 2. 3 PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE SUERO LÁCTEO EN EL MUNDO .....	7
FIGURA 2. 4 PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE SUERO LÁCTEO EN EUROPA .....	8
FIGURA 2. 5 PROCESAMIENTO Y UTILIZACIÓN DEL SUERO LÁCTEO .....	9
FIGURA 5. 1 DISTRIBUCIÓN DE LA LECHE A NIVEL NACIONAL PARA EL AÑO 2,007 .....	32
FIGURA 5. 2 DESTINO DE LA LECHE DESTINADA AL PROCESAMIENTO DE DERIVADOS EN EL SECTOR FORMAL PARA EL AÑO 2,007 .....	33
FIGURA 6. 1 PROCESOS PARA LA RECUPERACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SUERO. ....	35
FIGURA 6. 2 PROCESO GENÉRICO DE FILTRACIÓN POR MEMBRANAS .....	36
FIGURA 6. 3 OPERACIÓN DE UNA MEMBRANA PARA IO. ....	37
FIGURA 6. 4 OPERACIÓN DE UNA MEMBRANA PARA NF. ....	37
FIGURA 6. 5 OPERACIÓN DE UNA MEMBRANA PARA MF.....	38
FIGURA 6. 6 ESPECTRO FILTRACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE MEMBRANA.....	40
FIGURA 6. 7 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UN PROCESO DE SEPARACIÓN POR MEMBRANA.....	41
FIGURA 6. 8 OPERACIÓN DE UNA MEMBRANA PARA UF. ....	49
FIGURA 7. 1 MODELO DE DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO. ....	54
FIGURA 7. 2 BALANCE DE MATERIALES .....	55
FIGURA 8. 1 DIAGRAMA GENERAL DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO.....	67
FIGURA 8. 2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO.....	68
FIGURA 8. 3 BALANCE DE MATERIALES GENERAL DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO .....	69
FIGURA 8. 4 SEXO DE LOS ENCUESTADOS .....	71
FIGURA 8. 5 RANGO DE EDAD DE LOS ENCUESTADOS (EN %).....	72
FIGURA 8. 6 INGRESOS DE LOS ENCUESTADOS (EN %).....	72
FIGURA 8. 7 CONOCIMIENTO DEL SUERO LÁCTEO POR LA POBLACIÓN ENCUESTADA .....	73
FIGURA 8. 8 QUE CONOCE DEL SUERO LÁCTEO.....	73
FIGURA 8. 9 CONOCIMIENTO DEL SUERO LÁCTEO PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS .....	74
FIGURA 8. 10 PRODUCTOS QUE CONTIENE SUERO LÁCTEO SEGÚN LA POBLACIÓN ENCUESTADA .....	74
FIGURA 8. 11 PRODUCTOS QUE CONTIENE SUERO LÁCTEO CONSUMIDO POR LA POBLACIÓN ENCUESTADA .....	75
FIGURA 8. 12 ENCUESTADOS DISPUESTOS A CONSUMIR PRODUCTOS ELABORADOS A BASE DE SUERO LÁCTEO .....	76
FIGURA 8. 13 ENCUESTADOS DISPUESTOS A CONSUMIR PRODUCTOS ELABORADOS A BASE DE SUERO LÁCTEO, FABRICADO POR EMPRESAS NACIONALES.....	76
FIGURA 8. 14 PRODUCTOS QUE CONTIENE SUERO LÁCTEO PREFERIDOS POR LA POBLACIÓN.....	77
FIGURA 8. 15 DIAGRAMA DEL PROCESO DE UF.....	82
FIGURA 8. 16 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE UF. ....	83
FIGURA 8. 17 BALANCE DE MATERIALES DEL PROCESO DE UF .....	84
FIGURA 8. 18 BALANCE DEL PROCESO DE ULTRAFILTRADO.....	85

FIGURA 8. 19 DIAGRAMA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL .....	97
FIGURA 8. 20 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL .....	98
FIGURA 8. 21 BALANCE DE MATERIALES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BEBIDA FUNCIONAL .....	99
FIGURA 8. 22 BALANCE DE MATERIALES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BEBIDA FUNCIONAL .....	100
FIGURA 8. 23 EVALUACIÓN DE BEBIDA FUNCIONAL POR ENCUESTADOS .....	102
FIGURA 8. 24 DISPOSICIÓN DE COMPRA DE BEBIDA FUNCIONAL .....	103
FIGURA 8. 25 CALIFICACIÓN GENERAL DE LA BEBIDA FUNCIONAL .....	103
FIGURA 9. 1 SISTEMA DE SEPARADOR DE FINOS.....	107
FIGURA 9. 2 BALANCE DE MATERIALES PARA UN SISTEMA DE UF ALIMENTADO DE SUERO DULCE LÁCTEO .....	110
FIGURA 9. 3 BALANCE DE MATERIALES PORCENTUAL PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL.....	112
FIGURA 9. 4 BALANCE DE MATERIALES PARA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL EN BASE A UNA CONCENTRADO DE 1,394KG ....	114

## ÍNDICE TABLAS

TABLA 4. 1 COMPOSICIÓN DETALLADA DE 100 GR DE PORCIÓN COMESTIBLE DEL SUERO LÁCTEO Y DOSIS RECOMENDADA SEGÚN LA DIETA ALIMENTICIA.....	17
TABLA 4. 2 VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS PARA VERTER AGUAS RESIDUALES DE LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS A UN CUERPO RECEPTOR. ....	19
TABLA 4. 3 COMPARACIÓN ENTRE COMPOSICIÓN DE 100 GR DE PORCIÓN COMESTIBLE DEL SUERO LÁCTEO Y LOS VALORES PERMISIBLES PARA AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR. ....	20
TABLA 5. 1 COMPOSICIÓN DE LAS PROTEÍNAS EN EL SUERO LÁCTEO.....	23
TABLA 5. 2 COMPOSICIÓN GENERAL DEL SUERO LÁCTEO. ....	29
TABLA 5. 3 DESTINO DE LA LECHE PARA PROCESAMIENTO EN EL SECTOR FORMAL PARA EL AÑO 2,007 .....	32
TABLA 5. 4 DESTINO DE LA LECHE PARA PROCESAMIENTO EN EL SECTOR INFORMAL PARA EL AÑO 2,007 .....	33
TABLA 5. 5 VALORES DE LECHE DESTINADA AL PROCESAMIENTO DE QUESO Y QUESO PROCESADO PARA EL AÑO 2,007 A NIVEL NACIONAL. ....	34
TABLA 6. 1 COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE PROTEÍNA DEL SUERO LÁCTEO .....	39
TABLA 6. 2 TIPOS DE MEMBRANA.....	43
TABLA 6. 3 CARACTERÍSTICAS PARA LOS TIPOS DE MEMBRANA ORGÁNICA DE APLICACIÓN EN INDUSTRIA ALIMENTICIA. ....	46
TABLA 6.4 FACTORES QUE AFECTAN EL PROCESO DE UF .....	50
TABLA 8. 1 GENERACIÓN DE SUERO LÁCTEO DULCE PROVENIENTE DE LA FABRICACIÓN DE QUESO FRESCO .....	70
TABLA 8. 2 RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBAS PREVIAS DEL PROCESO DE UF.....	79
TABLA 8. 3 RESUMEN DE TOMA DE DATOS DEL PROCESO DE PRE FILTRADO .....	86
TABLA 8. 4 RESUMEN DE TOMA DE DATOS DEL PROCESO DE CENTRIFUGACIÓN .....	87
TABLA 8. 5 RESULTADOS DE LABORATORIO DE MUESTRA DE SUERO LÁCTEO DULCE.....	89
TABLA 8. 6 RESULTADOS DE LABORATORIO DE MUESTRA DE SUERO LÁCTEO DULCE PERMEADO.....	89
TABLA 8. 7 RESULTADOS DE LABORATORIO DE MUESTRA DE SUERO LÁCTEO DULCE CONCENTRADO.....	89
TABLA 8. 8 RELACIÓN TIEMPO – TEMPERATURA PARA EL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN .....	91
TABLA 8. 9 RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBAS PARA LA ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL.....	93
TABLA 8. 10 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA BEBIDA FUNCIONAL .....	94
TABLA 8. 11 RESULTADOS DE LABORATORIO DE MUESTRA DE BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE PROTEÍNA RECUPERAD DE SUERO LÁCTEO DULCE .....	101
TABLA 9. 1 COMPOSICIÓN DE LOS DIFERENTES CONCENTRADOS DE WPC.....	105
TABLA 9. 2 INVERSIÓN DE MAQUINARIA.....	109
TABLA 9. 3 COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN EQUIPO DE UF .....	110
TABLA 9. 4 COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA PARA ELABORACIÓN DE BEBIDA FUNNCIONAL.....	111
TABLA 9. 5 MATERIA PRIMA NECESARIA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA.....	113
TABLA 9. 6 PRECIO UNITARIO DE LA MATERIA PRIMA (MP) REQUERIDA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL.....	114
TABLA 9. 7 COSTOS DIARIOS DE MATERIA PRIMA.....	115
TABLA 9. 8 COSTOS TOTALES DE MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL.....	115
TABLA 9. 9 COSTOS INCURRIDOS POR LA COMPRA DE PET .....	116
TABLA 9.10 COSTOS INCURRIDOS DE MANO DE OBRA .....	117

TABLA 9. 11 RESUMEN COSTOS MP Y OPERATIVOS MAQUINARIA GLOBAL WATER ..... 117

TABLA 9. 12 INVERSIÓN Y COSTOS ANUALES TOTALES..... 118

TABLA 9. 13 INVERSIÓN, UTILIDAD Y AHORROS DEL PROYECTO ..... 119

TABLA 9.14 CANTIDAD DE PROTEÍNA EXTRAÍDA DEL SUERO DULCE LÁCTEO ..... 121

TABLA 9.15 DQO REDUCIDO POR LA UTILIZACIÓN DE SUERO DULCE LÁCTEO ..... 121

TABLA 9.16 DBO<sub>5</sub> REDUCIDO POR LA UTILIZACIÓN DE SUERO DULCE LÁCTEO ..... 122

# **CAPÍTULO 1: GENERALIDADES**

## **Introducción**

La leche ocupa un lugar de excepción en toda sociedad, debido a la cantidad de productos derivados que se pueden obtener de la misma, tales como la crema, los diferentes tipos de quesos, la mantequilla, entre otros. Sin embargo la producción de queso en la industria láctea tiene como contrabalanza un derivado altamente contaminante, un líquido acuoso conocido con el término de suero lácteo que se separa de la leche cuando la proteína caseína se coagula, éste se genera en su mayoría durante la elaboración de diferentes tipos de quesos. El suero lácteo se puede clasificar en general en dos grupos: suero dulce y ácido, esta clasificación depende del tipo de cuajo utilizado en la preparación del queso, y se diferencia de acuerdo al pH del mismo.

El suero lácteo se caracteriza por su alto contenido de proteínas y lactosa, los cuales al no ser utilizados y descargarse al ambiente sin previo tratamiento se transforman en potenciales contaminantes debido al alto contenido de carga de materia orgánica que contiene afectando así a los ambiente acuáticos al degradarse a través de la disminución en la cantidad de oxígeno disuelto del mismo.

El presente documento propone dar lineamientos para elaborar un producto alimenticio que se derive a partir de la proteína recuperada del suero dulce lácteo utilizando un sistema de ultrafiltración, obteniendo el reuso de materiales, y la disminución del material contaminante liberado al medio ambiente. El documento cumple tanto con el objetivo general y específico que se planteó; se logró cumplir con dichos objetivos por medio del desarrollo de los capítulos de “Generalidades”, “Antecedentes”, “Legislación aplicable al procesamiento de productos derivados de la leche”, “Entorno ambiental del suero dulce”, “Descripción del suero dulce lácteo”, “Sistemas que recuperan la proteína del suero dulce”, “Metodología para elaborar y evaluar el producto alimenticio”, “Resultados” y “Toma de decisiones”.

Cada uno de los capítulos desarrolla un temario que permite interpretar la importancia que tiene el suero lácteo en la actualidad, así mismo se desarrolla una alternativa para el tratamiento de éste.

## **I. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

- ✓ Definir los pasos necesarios del proceso para recuperar la proteína contenida en el suero dulce con el fin de dar una alternativa de reutilización de ésta, aportando así a la reducción de descarga ambiental.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Identificar y seleccionar un producto alimenticio aceptado en el municipio de San Salvador y que se elabore a partir de proteína recuperada de suero dulce.
- ✓ Elaborar un producto alimenticio a partir del concentrado proteínico recuperado del suero dulce generado en el proceso de queso fresco a través de un proceso de ultrafiltración.
- ✓ Establecer el procedimiento para la elaboración del producto alimenticio seleccionado.
- ✓ Elaborar un manual de operaciones de la obtención de la proteína a partir del suero dulce por medio del proceso de ultrafiltración, que será insumo para la implementación de la presente propuesta en empresas del sector procesador de lácteos y derivados de El Salvador

## **II. Importancia y Justificación**

### **2.1 Importancia**

La industria láctea en El Salvador ha incrementado los niveles de procesamiento de leche en las últimas décadas, según la División General de Estadísticas y Censos de El Salvador (DIGESTYC, 2005) el sector industrial de Lácteos en El Salvador consiste de 23 establecimientos de fabricación de productos lácteos; de las cuales 10 son plantas industriales o semi-industriales, con volúmenes de procesamiento entre 10,000 y 60,000 litros diarios, junto a ello, surge la problemática de la cantidad de suero dulce desechado por la industria proveniente específicamente del procesamiento de algunos quesos como la cuajada y fresco, entre otro. El impacto ambiental que provoca el suero dulce al entorno de El Salvador es significativo, por ello se propone una solución que beneficie tanto al área industrial, social y ambiental

La propuesta de solución “Elaboración de un producto alimenticio a partir del suero dulce utilizando el sistema de ultrafiltración” se desarrollará por medio de la capacidad que se tiene en coordinar las relaciones entre el hombre, el medio ambiente y los métodos de producción, aplicando características tales como, criterio de recopilación de información, de análisis y toma de decisiones, a demás de la experimentación e inventiva aplicada al diseño del producto alimenticio y la capacidad de deducir conclusiones, siendo éstos los parámetros que definen al tema de investigación como propio para el ingeniero industrial.

### **2.2 Justificación**

El interés por desarrollar esta investigación es motivar a las empresas que pertenecen a la industria procesadora láctea de El Salvador, para que aprovechen el recurso del suero lácteo, ya que la producción es muy elevada. En términos medios, por cada Kg de queso fabricado se obtienen de 9 a 12 L de suero lácteo, dependiendo del tipo de queso. Almecija (2,007), por otro lado debido a la cantidad de nutrientes que obtiene de leche se hace un mayor contaminante, es por eso que su utilización aporta múltiples beneficios, hacia el medioambiente, a la sociedad, y como a la industria en sí desde los puntos de vista de mejora de la imagen de la empresa tanto ambientalmente como de innovación, y una visión de integración de los procesos a partir de la reutilización interna de materiales para la generación de nuevos productos.

Por otra parte uno de los propósitos que como ingeniero industrial es explotar al máximo los recursos de los que se disponen, obteniendo una mayor productividad y eficiencia para las empresas, dando lugar a la praxis de una combinación de conocimientos que logren resolver la problemática identificada.

### III. Alcances y Limitaciones

#### 3.1 Alcances

- ✓ El estudio abarca y aplica al sector procesador lácteo salvadoreño, con lo que se pretende dar una solución para la recuperación y utilización de la proteína del suero dulce proveniente del suero derivado del proceso de producción de queso fresco, y que en algunos casos el mismo se encuentra ligado a la recuperación de cuajada fresca.
- ✓ El suero dulce que se utilizará provendrá del generado en el proceso de elaboración de queso fresco de una empresa de San Salvador, y posteriormente se realizará una simulación del proceso de ultrafiltración con el fin de recuperar la proteína en forma de concentrado.
- ✓ La propuesta se fundamenta y dependerá de la implementación de la misma, que adicional a elaborar un producto a partir de suero dulce, permitirá que las empresas procesadoras de lácteo sean más integrales ya que se estará reduciendo la cantidad de suero dulce descargada al ambiente y por ende la carga orgánica contaminante, para esto se determinará un procedimiento donde se estipulen las entradas y salidas en cada una de las etapas del proceso.
- ✓ Debido a que es una propuesta la que se llevará a cabo, se diseñará un manual de procedimiento con la finalidad de dar una guía para realizar el proceso de obtención de la proteína
- ✓ La simulación del proceso de ultrafiltración se realizará con el fin de determinar que otros procedimientos pueden incorporarse a éste que permitan hacer más eficiente la recuperación de proteína.

### 3.2 Limitantes

- ✓ Se trabajará con base en datos estadísticos existentes sobre el sector lácteo en El Salvador proporcionados por las instancias relevantes en el tema.
- ✓ Se gestionará con una empresa salvadoreña la utilización de los equipos necesarios para realizar las pruebas de elaboración del producto seleccionado, para casos muy específicos se diseñará una simulación de algún proceso de no encontrarse un equipo disponible localmente.
- ✓ Utilizar las herramientas disponibles y accesibles que permitan generar las mínimas condiciones necesarias para simular el proceso de ultrafiltración por medio de la fabricación de un sistema piloto a nivel de prueba.
- ✓ La investigación aplicada en el sector procesador de lácteos de El Salvador no se encuentra enmarcada en una legislación base para la recuperación de proteína derivada del suero dulce proveniente de la fabricación de queso fresco y de la cuajada, dado que a nivel nacional no existe una normativa que abarque este tema como tal, no obstante si existe legislación de tipo ambiental que regula las descargas de tipo orgánica al ambiente por parte de éste sector, y que indirectamente el tema en discusión se involucra con ésta.
- ✓ Los proveedores locales de equipo y materiales utilizados para la obtención de proteínas, únicamente disponen de membranas con poro de tamaño de 0.2 $\mu$ m, el cual está entre el rango de las membranas de ultrafiltración, por lo que ésta fue la utilizado para la simulación del proceso de ultrafiltración.
- ✓ Para realizar el producto alimenticio seleccionado, se utilizará el concentrado de proteína recuperado de la simulación del proceso ultrafiltración, es posible que esta cantidad no alcance para realizar una cantidad considerable de producto que permita realizar las diferentes pruebas (de laboratorio y organolépticas) por lo que de suceder esto, se evaluará la posibilidad de utilizar parte del permeado generado del proceso de ultrafiltración como suministro adicional de proteína.

## **IV. Proyección Social y de Desarrollo Empresarial**

### **4.1 Proyección social**

Con la “Elaboración de un producto alimenticio en El Salvador a partir del suero dulce utilizando el sistema de ultrafiltración”, se pretende contribuir al desarrollo social por medio de la elaboración de un producto alimenticio que contenga una cantidad considerable de proteína y aporte a la dieta alimenticia diaria de la población que lo consuma. Otro beneficio social es contribuir para mejorar la calidad de vida de la población perteneciente a los alrededores de la empresa que decida poner en práctica la propuesta, en cuanto a vivir en un ambiente limpio y seguro, dado que con la utilización del concentrado proteico que se extraerá del suero dulce, como insumo para la elaboración del producto alimenticio, se disminuirán los vertidos al ambiente de cierta carga orgánica que favorezca el aumento de la degradación de los recursos naturales, para este caso los cuerpos de agua.

### **4.2 Proyección de desarrollo empresarial**

En relación a la proyección del desarrollo empresarial se espera que la empresa sea más integral, ya que se aprovechará la recuperación de la proteína derivada del suero dulce para obtener un producto alimenticio sin tener que invertir totalmente en la materia principal para su producción (proteína como tal), la integralidad de la empresa se encuentra en función de que con la implementación de la alternativa, se estará utilizando lo que actualmente es un desecho como materia prima para un proceso nuevo, lo que conlleva a la reutilización interna de materiales dentro de la empresa. Adicionalmente se espera que la presente propuesta contribuya, a las empresas que la implementen, a cumplir con las diferentes leyes ambientales vigentes del país tales como: Ley del Medio Ambiente, la Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor, Norma para Regular Calidad de Aguas Residuales de Tipo Especial Descargadas al Alcantarillado Sanitario (ANDA) y permisos de operación tanto de Alcaldías, Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Salud, no obstante el cumplimiento de la legislación depende de la gestión interna de cada empresa.

## **CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES**

### **2.1 Antecedentes de la producción nacional de leche y sus derivados**

En cuestiones de producción de leche, históricamente, “El Salvador fue afectada en la década de los 80’s por la reforma agraria y la guerra. Esta reforma afecto no solo el tamaño de la propiedad, sino que también redujo los niveles de productividad que los propietarios originales poseían. La guerra trajo consigo abandono de propiedades, destrucción de infraestructura, riesgo en el uso de praderas por estar minadas, cuatrерismo, secuestros y una sensación de inseguridad en las zonas rurales que afectaron negativamente las inversiones en actividades agropecuarias” (BMI, 2,004)<sup>1</sup>.

Según el BMI (2,004), después de firmado los Acuerdos de Paz, a principios de los 90’s, con un panorama más positivo hacia el sector agropecuario, los ganaderos invirtieron en la adecuación y construcción de instalaciones, en expandir su hato y en adoptar nuevas tecnologías que mejorarían la productividad. Un ejemplo de ello, es que la “producción de leche en el periodo 1,990 a 2,001 aumentó en aproximadamente un 18% en El Salvador. Este crecimiento fue importante ya que en el mismo periodo se presentó una reducción en el tamaño del hato, lo que significó que hubo crecimiento en la productividad por cabeza en el país, que puede ser atribuida a un cambio de sistemas de producción hacia ganadería especializada de leche” (BMI, 2,004).

Cabe mencionar que el sector lácteo esta subdividido en dos grandes sub-sectores tanto el ganado lechero, conocido como productor, y el procesador o industrial; según el BMI (2,004), otro de los factores por lo que la producción de leche aumentó es porque un grupo de ganaderos especializados en producción de leche decidió aunar esfuerzos formando la Asociación de Productores de Leche de EL Salvador (PROLECHE) en 1,976, que implementó en el país una nueva forma de adoptar tecnología avanzada, basada en un convenio de transferencia tecnológica con Israel, cabe destacar que esta asociación de por lo menos siete asociaciones de ganaderos existentes es la única que da cobertura nacional, mientras que las otras son de ámbito regional. Es importante resaltar, que en el sector procesador de leche existe la Asociación Salvadoreña de Ganaderos e Industriales de la Leche (ASILECHE)

---

<sup>1</sup> Toda referencia en el presente documento esta basada en la norma de redacción de referencias bibliográficas. Cuarta edición, año 2,004. Normas Técnicas del IICA (Instituto Tecnológico de Costa Rica Centro De Información Tecnológica).

cuya iniciativa es de posibilitar la integración de dicho sector, adicionalmente esta gremial reúne productores y plantas procesadoras en El Salvador.

De acuerdo a la cadena agroproductiva del sector lácteo, menciona el BMI (2,006) que el subsector productor de leche, es decir, todos aquellos que se dedican con fines comerciales a la explotación ganadera, clasifica al ganadero de acuerdo al nivel tecnológico, la cantidad de leche que producen y el hato que poseen (la cantidad de ganado). Según se reporta en el plan desarrollo ganadero en El Salvador, existen más de 65 mil productores de ganado, la gran mayoría considerados como tradicionales y muchos de ellos de subsistencia, en datos los productores artesanales forman el 30% de los ganaderos del país (19,500 ganaderías aproximadamente).

BMI (2,006), menciona que entre el 65 a 70% de las ganaderías en El Salvador (aproximadamente 43,550 ganaderías), se agrupan en un estrato de ganaderías de mayor tamaño, la gran mayoría de éstos son consideradas de doble propósito, ya que los ingresos no solo provienen de la venta de leche, sino también de terneros destetados, vacas y novillas de descarte. Gran parte de ellos reflejan algún nivel tecnológico, por lo que son considerados como semi tecnificados.

De igual manera se identifica un grupo que no sobrepasa las 200 ganaderías, las cuales son consideradas como lecherías especializadas que presentan niveles que van desde medio hasta alto grado de tecnificación por los que se les considera productores tecnificados. El rango de botellas de leche obtenidas por vaca al día se estima entre 17-26 botellas, rango muy superior al promedio nacional en otros sistemas de producción (subsistencia 2-3 botellas, tradicional 5-7 botellas, semi-tecnificado 8-16 botellas).

El BMI (2,006) menciona que el subsector procesador de leche igualmente está dividido, de acuerdo a su nivel tecnológico, a la cantidad de leche procesada y a la administración y logística con la que cuenta. Los procesadores más industrializados forman parte de esta clasificación, y están conformados básicamente por seis empresas industriales lácteas: Lactosa, Foremost, San Julián, Petacones, La Salud y El Jobo.

Estas empresas lácteas cuentan con un nivel de procesamiento y comercialización superior a las industrias artesanales, adicionalmente cuentan con productos empacados y con marcas reconocidas en el mercado nacional, cada una de ellas está especializada en diferentes líneas de productos; Foremost y La Salud concentran su producción mayormente en leches fluidas; San Julián y El Jobo en cremas, Lactosa

y Petacones en quesos. Estas empresas cuentan con un volumen de procesamiento entre 7,000 y 50,000 litros de leche al día. Es importante mencionar que Lactosa está especializada también en yogurts y el procesamiento de dips; y San Julián procesa quesos y dips

Otra de las clasificaciones, según el BMI (2,006) se refiere a “los procesadores semi-industrializados que se caracterizan por industrializar productos lácteos de consumo tradicional como quesillo, crema, queso fresco, queso cremado, queso cuajada, queso cápita, requesón y queso morolique”. Muchos de estos productos son envasados y empacados para su comercialización, poseen marcas, registro sanitario y etiqueta; dicho sector procesa alrededor del 19% de la leche producida en el país y son alrededor de 32 empresas que procesan entre 1,000 y 12,000 botellas de leche por día, lo que conlleva a que entre ellos procesen más de 200,000 botellas de leche al día.

El sector procesador de lácteos en El Salvador es, en su gran mayoría artesanal, de acuerdo al BMI (2,006) y se encuentra caracterizado por procesar cantidades menores de 500 botellas al día, estas empresas por su pequeño volumen de producción se dedican principalmente a elaborar productos de consumo tradicional como quesos y crema populares, los cuales se elaboran con un mínimo de equipos de procesamiento como prensas para la elaboración de queso, moldes, cocinas y utensilios los cuales implican bajas inversiones.

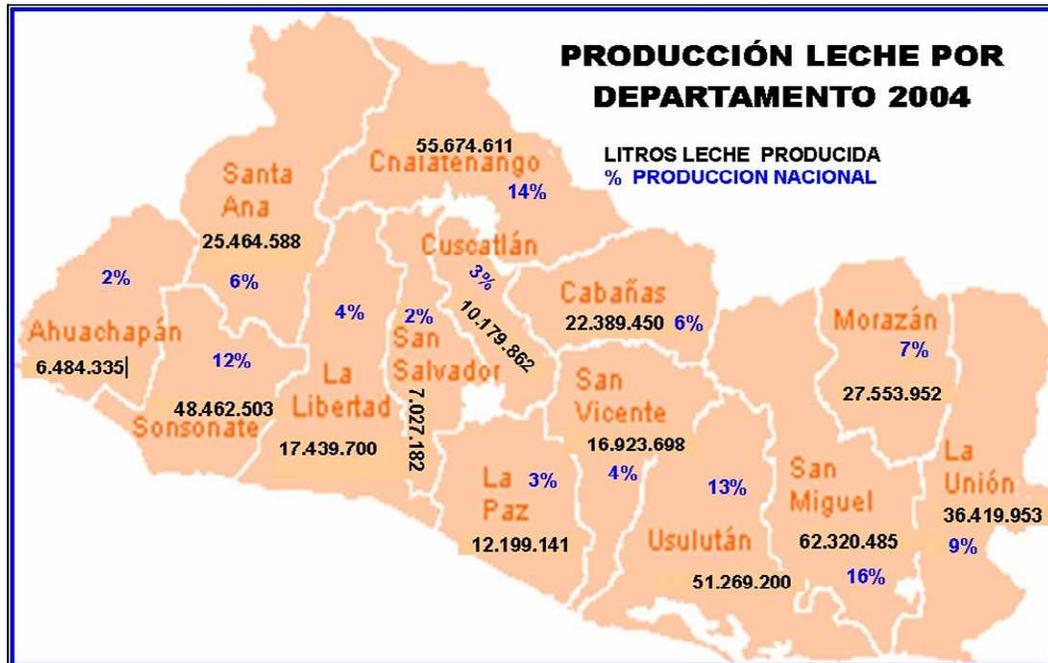
### **2.1.1 Situación actual del sector lácteo nacional**

De acuerdo a Zeledón<sup>2</sup> (2,008), el subsector lácteo es uno de los rubros agropecuarios de mayor crecimiento en los últimos años, haciendo un importante aporte a la economía de El Salvador, desde el 2,004, el sector ganadero generó más del 25% del Producto Interno Bruto Agrícola (PIBA), el 2.8% del Producto Interno Bruto (PIB) y alrededor de 150,000 empleos directos y más de 300,000 indirectos. Por otra parte, se señala que un mayor crecimiento en el sector ganadero significa que existe una mejor distribución de la riqueza a nivel nacional.

---

2 Entrevista con la Licenciada Lorena Zeledón, Asistente ejecutiva de PROLECHE. Miércoles, 21 de Mayo de 2,008

Figura 2. 1 Mapa de distribución Producción de leche por departamento 2,004

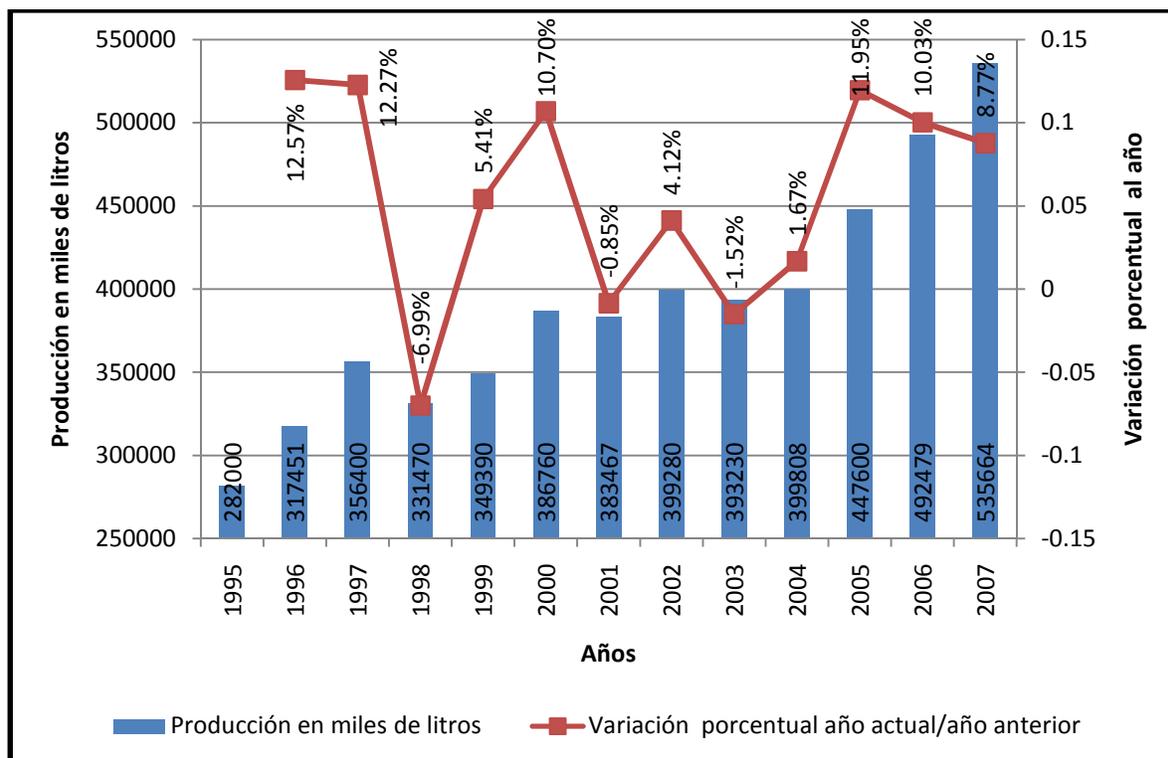


Como se muestra en la figura 2.1, para el 2,004 la zona oriental (La Unión, San Miguel, Morazán y Usulután) concentró el 44% de la producción de leche nacional clasificándose como la zona geográfica mayor productora de leche en El Salvador, a diferencia de la zona occidental con 20% y la zona central con 36% de la producción. Por departamentos, San Miguel presenta el mayor porcentaje de la producción total de leche para el 2,004, seguido de Chalatenango y Sonsonate.

Para el año 2,005 la producción de leche creció 1.13% con respecto al año anterior, según Hereida<sup>3</sup> (2,008), basada en el anuario de estadísticas agropecuarias presentado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería del El Salvador (MAG); igualmente menciona que la producción de leche para el año 2,006 fue de 492, 479,000 litros, es decir, que la producción aumentó 10.03% respecto al año anterior, la figura 2.2 muestra la producción de leche a nivel nacional desde 1,995 hasta 2,007. Hereida (2,008) indicó además que para el 2,007, como dato no oficial, ASILECHE manejaba que la producción de leche creció un 8.77% con respecto al año anterior.

<sup>3</sup> Entrevista con Licenciada Lorena Hereida directora ejecutiva de ASILECHE. Miércoles 11 de Junio de 2,008

Figura 2. 2 Producción de leche en El Salvador del año 1,995-2,007 con la variación porcentual anual



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Anuario de estadísticas Agropecuarias, edición 46 y Banco Multisectorial de Inversiones de El Salvador (2,006)

## 2.2 Situación actual del suero lácteo

De la leche se puede producir una gran cantidad de derivados (ver anexo A1<sup>4</sup>), entre los cuales se encuentra el queso (ver anexo A2<sup>5</sup>), el cual a partir de la coagulación de la leche, se genera un residuo líquido denominado suero lácteo, “el cual representa del 80 al 90 % del volumen total de la leche que se utiliza en el proceso de elaboración de queso de acuerdo a Almecija, (2,007), adicionalmente se estima que contiene una gran cantidad de constituyentes nutricionales, más del 25% de la proteínas de la leche, cerca del 8% de la materia grasa y un 95% de la lactosa (azúcar de la leche) y por lo menos el 50% en peso de los nutrimentos de la leche se quedan en el suero lácteo, según el Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNPML), citado por Recinos y Saz (2,006). “Durante muchos años las proteínas

<sup>4</sup> Composición general de la leche

<sup>5</sup> Diagrama de flujo del procesamiento del queso

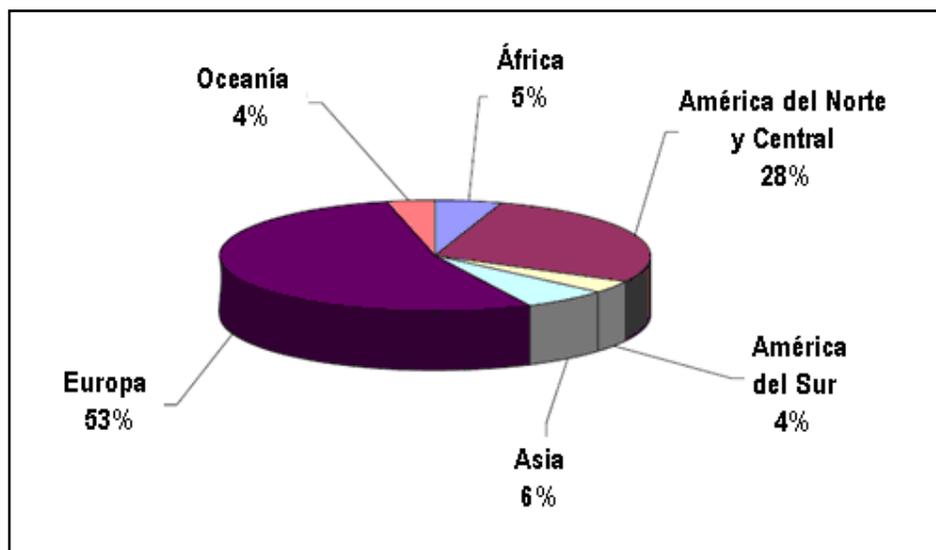
del suero lácteo no se usaron para consumo humano, sino que sirvieron de alimento para el engorde de cerdos, principalmente debido a su alto contenido de vitamina B2” (Judkins, 1,984).

En el pasado el suero lácteo fue eliminado por cloacas y ríos o dispersado sobre los campos, con lo que se provocó una importante contaminación del medio ambiente ya que “cada litro de suero lácteo eliminado produce una carga aproximada de 40,000 mg / litro de DBO<sub>5</sub> o 60,000 mg / litro de DQO en los efluentes, estos valores son cerca de 100 veces más altos que los producidos por la descarga de aguas negras de una familia promedio” (CNPML, 2,003).

Según la Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy (1,997), aproximadamente, la cantidad de suero lácteo es 5 a 10 veces mayor que la de queso producido, se calcula que en Europa se producen 75 millones de toneladas anuales de suero de queso, 27 en América del norte y 8 en otras áreas del mundo, lo que resulta en un total de 110 millones de toneladas, y de acuerdo a la concentración de proteínas en el suero del queso que es de 6 g/l, se estima un equivalente a 660,000 TM anuales de proteínas en función de la cantidad de suero generada.

De acuerdo a Sandoval mencionada por Almecija (2,007), la producción de suero lácteo es muy elevada, en términos medios, por cada Kg de queso fabricado se obtienen de 9 a 12 L de suero lácteo, dependiendo del tipo de queso. “Teniendo en cuenta la proporción menos desfavorable de suero (9 L de suero lácteo/Kg queso producido) y los datos de producción mundial de queso, la producción mundial de suero lácteo en el año 2,005 se estima en 166 millones de TM, en la Figura 2.3 se puede observar cómo se repartió dicha producción en los distintos continentes, siendo Europa el de mayor porcentaje de participación con un 53% de la producción mundial, seguido por América del Norte y Centro América con una participación del 28%.”(Almaceija, 2,007).

Figura 2. 3 Participación Porcentual de la producción de suero lácteo en el Mundo

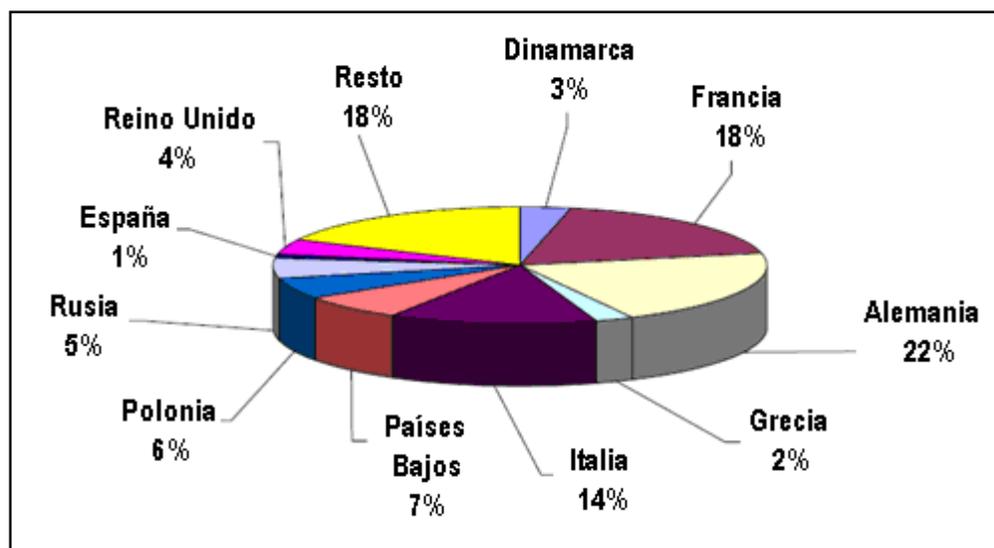


Fuente: Almecija ( 2,007)

Según López, et al (2,003), Estados Unidos representa el mayor porcentaje de producción de suero lácteo a nivel de Norte y Centro América debido a que es el principal país productor de quesos no solo en la región sino que a nivel mundial, dicho país produce alrededor de 800,000 Toneladas métricas al año. Los países a nivel mundial que producen más quesos después de Estados Unidos son Francia, Alemania e Italia.

De acuerdo a Almaceija (2,007), para el 2,005 la participación porcentual de generación de suero lácteo por Alemania, Francia e Italia, fue de 22, 18 y 14 % respectivamente. La figura 2.4, muestra la participación porcentual de suero lácteo producido por los países Europeos para el 2005.

Figura 2. 4 Participación Porcentual de la producción de suero lácteo en Europa

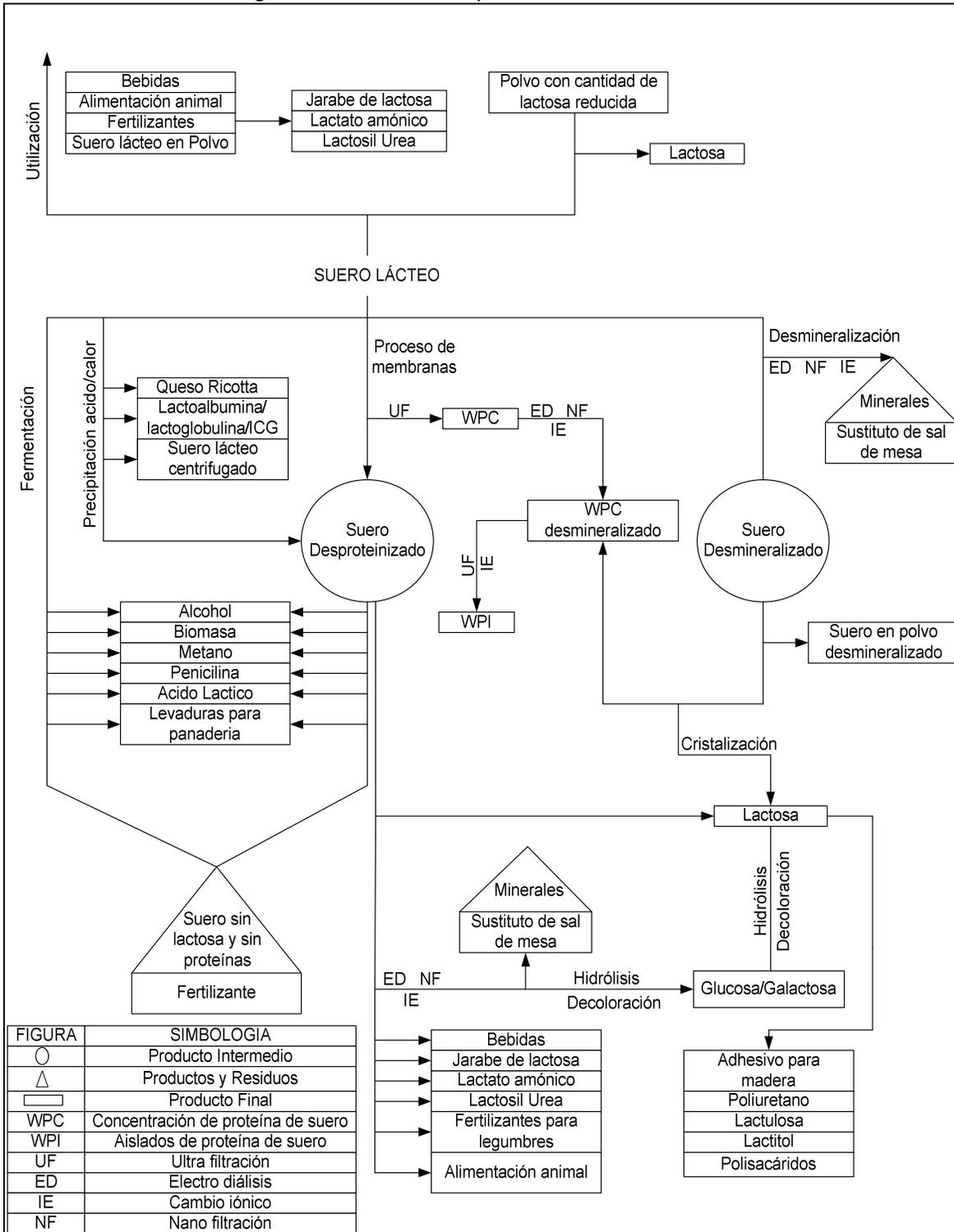


Fuente: Almaceija (2,007)

Como se mencionó anteriormente, “hasta hace dos o tres décadas, la utilización industrial del suero lácteo planteaba numerosos problemas debido a que un volumen considerable de este producto era vertido al ambiente. Actualmente, la lucha contra la contaminación ambiental en algunos países prohíbe esta práctica y el vertido del suero en un curso de agua debe ir precedido necesariamente por un tratamiento previo” (Almaceija, 2,007). Esta operación, incluye la eliminación de los componentes más valiosos del suero lácteo: lactosa y proteínas, y “si a esto se añade el interés creciente sobre las necesidades de la alimentación humana y animal, en la actualidad es preferible utilizar técnicas apropiadas para aprovechar el suero lácteo antes que realizar su depuración” (Almaceija,2,007).

Según Almaceija (2,007), existen dos formas fundamentales de aprovechar el suero lácteo: el aprovechamiento del suero no transformado, principalmente destinado a la alimentación animal, y el aprovechamiento industrial (ver figura 2.5). Los procesos industriales actuales se encaminan a eliminar el agua, recoger las sales minerales, cristalizar la lactosa e intentar recuperar las proteínas del suero, sin alterar sus propiedades, por lo que “la utilización industrial del suero lácteo, por tanto, dependerá sustancialmente del componente del mismo que se quiera aprovechar” (Almaceija, 2,007).

Figura 2. 5 Procesamiento y utilización del suero lácteo



Fuente: Hill, (2,006)

### **2.3 Definición de la problemática del suero lácteo**

A partir de lo mencionado en el subcapítulo anterior, se puede determinar el efecto contaminante que el suero lácteo tiene al ser vertido al ambiente sin ningún tratamiento previo, las nuevas tendencias ambientales han conllevado a muchas empresas de los principales países a buscar nuevas alternativas para solucionar el problema, aunado a esto la mayoría de países han buscado la forma de controlar que el suero lácteo sea vertido al ambiente cumpliendo las regulaciones ambientales vigentes.

Paralelamente muchos avances tecnológicos e ideas innovadoras desarrolladas por profesionales en el campo de la alimentación, en algunas circunstancias proyectos de investigación, han logrado encontrar nuevas alternativas para el aprovechamiento del suero, logrando de esta manera que la empresa lácteas tenga más opciones para la reducción de dicho contaminante, si se considera que el, “no usar el suero lácteo como alimento es un enorme desperdicio de nutrimentos” (Recinos y Saz, 2,006).

De lo anterior nace el interés de proponer una solución a esta situación, a través de una investigación que permita elaborar un producto alimenticio a partir del suero dulce lácteo utilizando el sistema de ultrafiltración, ver sub capítulo 6.3 Sistema de Ultrafiltración, el cual permitirá extraer parte del concentrado proteínico que aún contiene el suero proveniente del proceso de elaboración de queso fresco, este concentrado será utilizado como insumo para la fabricación de un producto alimenticio y al mismo tiempo contribuirá, en cierta parte, a reducir la cantidad de carga orgánica que se descarga actualmente a los afluentes. Entre las razones por las cuales se escogió dicho sistema es “debido a que éste es un sistema relativamente económico ya que si se compara con otros procesos que utilizan membranas para separar las fases de los fluidos, como la ósmosis inversa y la nanofiltración, el costo de éste es menor.”(Domínguez, 2,000).

### **2.4 Usos del suero lácteo en El Salvador como procesamiento**

A pesar de todos los nutrientes que presenta el suero lácteo y de los muchos beneficios que varias investigaciones alrededor del mundo han presentado, lamentablemente en la cultura culinaria salvadoreña no hay tradición en el consumo humano de suero lácteo. Sin embargo, la mayoría de la población ha consumido productos extranjeros elaborados a base de suero lácteo, que se tienen en venta en distintos supermercados del país, sin estar sabedores de los ingredientes de dichos productos.

Díaz (2,005), realizó un proyecto detallado a cerca del suero lácteo, y lo propuso a la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador (UES), donde consideraron que era importante apoyarlo. Determinó que deseaba hacer un trabajo más factible sin necesidad de gran tecnología en cuanto a equipos. Consideró hacer una bebida a bajo costo, pero nutritiva. “Otros estudiantes de la UES, hicieron diferentes ensayos para obtener la bebida, probaron diferentes formulaciones, con frutas naturales o saborizantes y colorantes artificiales. Al final consideraron que la mejor fórmula es con frutas naturales” (Campos, 2,005).

Con estos resultados, por cierto favorables, del proyecto realizado en la UES, se tuvo la iniciativa de ofrecer la transferencia de tecnología, para la producción industrial de la bebida, a cuatro empresas Salvadoreñas procesadoras de lácteos, pero ninguna de las empresas tuvo interés real en la propuesta.

El procesamiento de suero lácteo actualmente en el país está destinado en algunas empresas a comercializarlo como base para la alimentación de cerdos, con esto se pretende evitar la contaminación potencial de cuerpos receptores, por otro lado se utiliza el suero como fertilizante en tierras de cultivo, donde el suelo es alcalino y el manto freático está lo suficientemente profundo para que no sufra una contaminación por infiltración. Aunque algunas de éstas medidas ayudan a reducir la carga contaminante vertida en el ambiente por parte de la industria del sector procesador de lácteo y derivados, aún no se han creado procedimientos para aprovecha este subproducto tan valioso.

## **CAPÍTULO 3: LEGISLACION APLICABLE AL PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS DERIVADOS DE LA LECHE**

El presente capítulo muestra la ley aplicable a las empresas que se encuentran dentro del sector lácteo salvadoreño que están en funcionamiento o desean estarlo, que procesan productos derivados de la leche, que en determinado momento, podrían incidir en el proceso de manufactura del producto propuesto en el presente documento; igualmente se presenta uno de los requerimientos del código de salud para que dichas plantas se mantengan en funcionamiento, finalmente se presenta la norma del Codex Alimentarius (código alimentario) para el etiquetado de bebidas pre envasadas.

### **3.1 Ley de Fomento de la Producción Higiénica de la Leche y Productos Lácteos y de Regulación de su Expendio**

Esta ley establece en el Art. 2: “Toda persona natural o jurídica empresaria de plantas industriales lecheras, que se dedique o desee dedicarse a la elaboración industrial de leche y productos lácteos, deberá obtener de los Ministerios de Agricultura y Ganadería y de Salud Pública y Asistencia Social, la aprobación de sus instalaciones y medios de distribución.” Es decir que los encargados de extender los permisos correspondientes en procesamiento productos lácteos y medios de distribución son el MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) y el MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social)” (*ver anexo A3<sup>6</sup>*).

### **3.2 Código De Salud**

El Código de Salud regula todo lo relacionado con la salud de los consumidores. El MSPAS está a cargo de las inspecciones necesarias para comprobar si las edificaciones llenan los requisitos higiénicos para la elaboración de los productos y si los métodos de pasteurización, ver anexo A4<sup>7</sup>, esterilización ó equivalentes son los adecuados.

### **3.3 Registro Sanitario de Alimentos y Bebidas**

El Registro Sanitario de Alimentos y Bebidas es la inscripción y sometimiento a la vigilancia sanitaria de un producto alimenticio ante el MSPAS.

---

<sup>6</sup> Ley de Fomento de la Producción Higiénica de la Leche y Productos Lácteos y de Regulación de su Expendio

<sup>7</sup> Proceso de Pasteurización según el código de salud

En el Código De Salud; TITULO II Del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social CAPÍTULO ÚNICO, Art. 40; encontramos que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social es el organismo encargado de determinar, planificar y ejecutar la política nacional en materia de Salud; dictar las normas pertinentes, organizar, coordinar y evaluar la ejecución de las actividades relacionadas con la Salud.

### **3.3.1 Base Legal**

El Registro Sanitario de Alimentos y Bebidas utiliza como base legal el código de salud, debido a que, es El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el Organismo encargado de determinar, planificar y ejecutar la política nacional en materia de Salud; dictar las normas pertinentes, organizar, coordinar y evaluar la ejecución de las actividades relacionadas con la Salud.

Art. 88. La importación, fabricación y venta de artículos alimentarios y bebidas, así como de las materias primas correspondientes, deberán ser autorizadas por el Ministerio, previo análisis y registro. Para este efecto, la autoridad de salud competente podrá retirar bajo recibo, muestras de artículos alimentarios y bebidas, dejando contra muestras selladas.

Para importar artículos de esta naturaleza; deberá estar autorizado su consumo y venta en el país de origen por la autoridad de salud correspondiente. En el certificado respectivo se deberá consignar el nombre del producto y su composición.

Art. 95. El Ministerio llevará un registro de alimentos y bebidas, en consecuencia se prohíbe la importación, exportación, comercio, fabricación, almacenamiento, transporte, venta o cualquiera otra operación de suministros al público, de alimentos o bebidas empacadas o envasadas cuya inscripción en dicho registro no se hubiere efectuado.

### **3.3.2 Beneficios de un Registro Sanitario**

- ✓ Satisfacción del cliente.
- ✓ Generalmente se mejora la Calidad en todos los niveles de la empresa y los productos.
- ✓ Se cumplen los aspectos legales
- ✓ Se previenen riesgos

- ✓ Se mejora la eficacia
- ✓ Evitar molestias y costos a la hora de la importación y/o exportación
- ✓ Detectar discrepancias
- ✓ Mejora la eficacia y eficiencia.

### **3.3.3 Proceso de Registro Sanitario**

El proceso de registro sanitario para registrar el producto, ver Anexo A5<sup>8</sup>, requerido es el siguiente:

- ✓ Permiso de Funcionamiento
- ✓ Formula Cuantitativa (Lista de ingredientes)
- ✓ Verificación de Etiquetas
- ✓ Solicitud

### **3.4 Norma General Del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados**

Esta Norma se aplicará al etiquetado de todos los alimentos preenvasados que se ofrecen como tales al consumidor o para fines de hostelería, y a algunos aspectos relacionados con la presentación de los mismos.

La norma en sus principios generales dice:

- ✓ Los alimentos preenvasados no deberán describirse ni presentarse con una etiqueta o etiquetado en una forma que sea falsa, equívoca o engañosa, o susceptible de crear en modo alguno una impresión errónea respecto de su naturaleza en ningún aspecto.
- ✓ Los alimentos preenvasados no deberán describirse ni presentarse con una etiqueta o etiquetado en los que se empleen palabras, ilustraciones u otras representaciones gráficas que se refieran a/o sugieran, directa o indirectamente a cualquier otro producto con el que el producto de que se trate pueda confundirse, ni en una forma tal que pueda inducir al comprador o al consumidor a suponer que el alimento se relaciona en forma alguna con aquel otro producto.

---

<sup>8</sup> Procedimiento para registrar un producto.

### 3.4.1 Etiquetado Obligatorio de los Alimentos Pre-ensados

En la etiqueta de alimentos preensados deberá aparecer la siguiente información según sea aplicable al alimento que ha de ser etiquetado, ver anexo A6<sup>9</sup>, excepto cuando expresamente se indique otra cosa en una norma individual del Codex:

- ✓ Nombre del alimento
- ✓ Lista de ingredientes
- ✓ Contenido neto y peso escurrido
- ✓ Nombre y dirección
- ✓ País de origen
- ✓ Identificación del lote
- ✓ Marcado de la fecha e instrucciones para la conservación
- ✓ Instrucciones para el uso

---

<sup>9</sup> Etiquetado Obligatorio de los Alimentos Pre-ensados

## **CAPÍTULO 4: ENTORNO AMBIENTAL DEL SUERO DULCE**

Capítulo que muestra los niveles permisibles de afluentes vertidos al ambiente tomado como referencia la Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor, identificando de esta manera la violación de verter el suero lácteo sin ningún tratamiento previo . Igualmente se exponen Leyes, Normas y Permisos que involucran la relación del proceso de producción y el ambiente que actualmente se encuentran establecidas en El Salvador.

### **4.1 Problemas ambientales**

“El sector de las industrias lácteas se caracteriza por generar grandes volúmenes de aguas residuales, siendo este uno de sus principales problemas ambientales que se perciben de la industria, aunque también se producen importantes cantidades de residuos, así como cierta incidencia en la calidad del aire, tanto por constituir un foco de contaminación acústica como por la emisión de sustancias contaminantes” (Consejería de Agricultura y Pesca, 2,006).

El suero lácteo es considerado en el ámbito mundial como un producto residual indeseable, algo negativo para el medio ambiente. A continuación se presentan las principales incidencias ambientales que produce el suero lácteo: (Según Consejería de Agricultura y Pesca, 2,006)

- Deterioro de la calidad de las aguas, por vertido en el mar, ríos, quebradas, minas u otros lugares inadecuados.
- Impacto sobre el suelo.

El efecto sobre las aguas residuales se enfoca en que el suero contiene grandes cantidades de materia orgánica y por ende si es descargado al ambiente sin un previo tratamiento para estabilizarlo puede afectar al cuerpo receptor, por ejemplo de ser un río puede disminuir la cantidad de oxígeno disuelto el cual es fundamental para la vida acuática.

La composición química del suero lácteo es variable (Ver Tabla 4.1), dependiendo de los tratamientos a los que se someta la leche (calentamiento, centrifugación, homogeneización, etc.), de las características

intrínsecas del procesamiento de los diferentes tipos de derivados lácteos (tipo de cultivos utilizados, manipulación mecánica, procesos de membrana, etc.), y de los procesos de tratamiento que se le apliquen al suero (pasteurización, concentración, etc.).

Tabla 4. 1 Composición detallada de 100 gr de porción comestible del suero lácteo y dosis recomendada según la dieta alimenticia.

Sales minerales		Dosis*	Vitaminas		Dosis*	Aminoácidos		Dosis*
Sodio	45mg	900mg	Vitamina A	3µg	4000-5000IU	Arginina	25mg	5mg
Potasio	130mg	100mg	Vitamina B1	35µg	1.0-1.5mg oral	Histidina	20mg	2mg
Magnesio	8mg	300-350mg	Vitamina B2	150µg	1.1-1.8mg oral	Isoleucina	60mg	4mg
Calcio	70mg	800mg	Nicotinamida	190µg	12-20mg oral	Leucina	95mg	50mg
Manganeso	1µg	25-50mg	Acido pantoténico	400µg	5-10mg oral	Lisina	30mg	3mg
Hierro	100µg	10mg	Vitamina B6	40µg	1.6-2.0mg oral	Metionina	16mg	4µg
Cobre	2µg	80µg	Biotina	1µg	150-300µg oral	Fenilalanina	35mg	400mg
Zinc	140µg	15mg	Acido Fólico	1µg	200-400µg oral	Treonina	70mg	500mg
Fósforo	45mg	800mg	Vitamina B12	200ng	3µg oral	Triptófano	17mg	6µg
Cromo	80mg	50-200µg	Vitamina C	1mg	45mg oral	Tirosina	30mg	0.14g
Flúor	10µg	1.5-4mg	Otros	----	----	Valina	60mg	150mg
Yodo	3µg	150µg	Acido láctico	130mg	900mg			
Selenio	7µg	50-100µg	Acido cítrico	160mg	1200mg			

\* Dosis recomendada en la dieta alimenticia (Adultos)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Cervantes, 2,000 y Bernard 1,998

La tabla anterior muestra las sales minerales, vitaminas y aminoácidos que componen el suero que resultan después de la producción de diversos productos lácteos y constituyen un problema ambiental debido a la demanda de oxígeno que este presenta.

En cuanto a los principales efluentes que produce la industria láctea se pueden mencionar:

- ✓ Aguas de limpieza procedentes del lavado de equipos, depósitos y suelo.
- ✓ Agua de enfriamiento tras la pasteurización.

- ✓ Leche rechazada.
- ✓ Residuos que de no reutilizar dan lugar a vertidos:
  - Nata en la clarificación.
  - Suero en la decantación.
  - Agua de suero tras el cortado y adicción de sales.

“Por lo general estos efluentes al ser vertidos se caracterizan por presentar un pH neutro o ligeramente alcalino, pero con una alta tendencia a volverse ácido por la fermentación láctica mediante la cual la lactosa de la leche se transforma en ácido láctico, que produce un descenso del pH del agua de los ríos y la precipitación de la caseína. La caseína se descompone en ácido butírico y se produce la aparición de unos lodos negros que constituye el principal agente contaminante de los ríos como consecuencia de estos tipos de vertidos” (Consejería de Agricultura y Pesca, 2,006).

“Tomando en cuenta que la concentración del oxígeno disuelto es de 7 a 8 ppm para la mayoría de los cursos de agua, se necesita todo el oxígeno presente en 6,000 litros de agua para oxidar los sólidos de sólo medio litro de leche entera” (Degrossi y Wachsman según Vrisseyre, 1,980).

Hay que mencionar de forma especial el problema asociado a la generación de suero lácteo, debido a la incidencia que tienen estos sobre el entorno. En el caso de eliminarlos como un vertido es importante tener en cuenta que tienen una alta demanda de oxígeno, y en el caso de considerarlo un residuo hay que tener en cuenta que se caracteriza como peligroso. Además, “se estima que la descarga a un curso de agua de 2,5 litros de suero por día tiene un poder contaminante equivalente al agua residual producida por un individuo. Esto implica, por ejemplo, que la manufactura de 1Kg de queso ocasiona una contaminación semejante a la generada por aproximadamente cuatro personas” (Degrossi y Wachsman según Ocampo Cervantes, 2,000).

Según Espinoza, 2,002, el suero al ser esparcido en la tierra presenta dificultades, ya que al someter a esta a un tratamiento biológico la alta concentración de lactosa y compuestos como proteínas solubles, sólidos de la leche y otros que están presentes en el suero inactivan los microorganismos que permiten la fertilidad de la tierra.

## 4.2 Legislación ambiental aplicable

### 4.2.2 Ley de Medio Ambiente

La Ley de Medio Ambiente de El Salvador, (ver Anexo A7<sup>10</sup>), tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.

### 4.2.3 Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor

La Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor, tiene por objetivo establecer las características y valores físico-químicos, microbiológicos y radiactivos permisibles que debe presentar el agua residual para proteger y rescatar los cuerpos receptores. La Norma aplica a nivel nacional, para la descarga de aguas residuales vertidas a cuerpos de agua receptores superficiales.

El agua residual proveniente de la fabricación de productos lácteos se denomina de tipo especial, estas son aquellas agua residual generadas por actividades agroindustriales, industriales, hospitalarias y todas aquellas que no se consideran de tipo ordinario por lo que la Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor tiene valores máximos permisibles de parámetros para verter este tipo de aguas a un cuerpo receptor los cuales se muestran en la siguiente tabla 4.2.

Tabla 4. 2 Valores máximos permisibles de parámetros para verter aguas residuales de la fabricación de productos lácteos a un cuerpo receptor.

Actividad	DQO (mg/l)	DBO5 (mg/l)	Sólidos Sedimentables (ml/l)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
Fabricación de productos lácteos	900	500	75	300	75

Fuente: Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor, CONACYT, 1996.

---

<sup>10</sup> Ley de Medio Ambiente

Dependiendo del tipo de industria o actividad productiva, la caracterización del vertido se observa en el anexo A8<sup>11</sup>.

La Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor muestra una tabla de los valores permisibles de los componentes presentes en las aguas residuales. (Ver Anexo A9<sup>12</sup>).

La tabla 4.3 Muestra una pequeña comparación entre los valores de la composición detallada de 100 gr de porción comestible del suero lácteo (Tabla 4.1) y los parámetros complementarios sobre valores permisibles para aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor (Anexo A9). En donde claramente se muestra que las sales minerales contenidas en el suero lácteo están sobre pasando en gran manera los valores que permite la Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor.

Tabla 4. 3 Comparación entre Composición de 100 gr de porción comestible del suero lácteo y los valores permisibles para aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.

Sales minerales	Porción comestible de suero lácteo	Valores Permisibles
Manganeso	1 gr	2 mg/l
Hierro	100 gr	10 mg/l
Cobre	2 gr	1 mg/l
Cinc	140 gr	5 mg/l
Fósforo	45 mg	15 mg/l
Flúor	10 gr	5 mg/l
Selenio	7 gr	0.05 mg/l

Fuete: Cervantes. 2,000. Y La Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor. 1996

<sup>11</sup> Valores máximos permisibles de parámetros para verter aguas residuales de tipo especiales al cuerpo receptor por actividad sección 4

<sup>12</sup> Parámetros complementarios sobre valores permisibles para aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor

## **CAPÍTULO 5: DESCRIPCIÓN DEL SUERO DULCE LÁCTEO**

### **5.1 Definición del suero lácteo**

A continuación se presentan diversas definiciones del término suero lácteo las cuales concluyen que el suero es el residuo proveniente del procesamiento de diversos quesos.

“El suero es la fase acuosa que se separa de la cuajada en el proceso de elaboración de los quesos o la caseína. La mayor parte del agua contenida en la leche se concentra en el suero y en ella se encuentran todas las sustancias solubles, como la lactosa, proteínas solubles, sales minerales solubles y algo de grasa” (Revilla, 1,985).

Para Espinoza (2,002), el suero es un subproducto de la elaboración de queso, es la parte líquida que se separa de la parte sólida en la fase de coagulación y contiene aproximadamente el 50% de los compuestos de la leche.

“El suero de leche o suero de queso es el líquido resultante de la coagulación de la leche durante la elaboración del queso, se obtiene tras la separación de las caseínas y de la grasa, constituye aproximadamente 90% del volumen de la leche y contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de esta” (López et al, 1,993)

“El suero lácteo es un subproducto de la industria quesera que contiene una serie de proteínas ( $\alpha$ -lactoalbumina,  $\beta$ -Lactoglobulina, lactoferrina, la inmunoglobulina y albúmina sérica bovina) en concentraciones relativamente bajas pero con un alto valor biológico” (Almécija, 2,007).

“El suero lácteo es la fracción de leche que no precipita por acción del cuajo o por la acción de ácidos durante la elaboración de queso” (Almécija, 2,007).

Las definiciones del suero lácteo concluyen en la importancia del contenido que tiene, en cuanto a los compuestos que éste absorbe propiamente de su origen, la leche, pero también hay que tener en cuenta que dependerá de la acción que se utilice para precipitarlo.

## **5.2 Características del suero lácteo**

Las características del suero lácteo “corresponden a un líquido fluido, de color verdoso amarillento, de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido, con una gran cantidad de constituyentes nutricionales tales como lactosa, albúmina y la mayor parte de los minerales provenientes de la leche. También presenta características funcionales para ser procesado como alimento para la humanidad. Sin embargo es muy común que el suero sea utilizado en la alimentación de animales como cerdos o aves, principalmente debido a su alto contenido de vitamina B2 (riboflavina)” (Judkins, 1,984).

“Las proteínas del suero son superiores que la mayoría de las proteínas de otros alimentos en términos de valor nutritivo, debido a que son altamente digeribles por el tracto digestivo. También se puede mencionar que las proteínas del suero tienen un comportamiento similar a las proteínas del huevo ya que son muy solubles, forman espuma y coagulan al calentarlas” (Ranken, 1,988). “Además, las proteínas del suero son solubles en agua y forman cerca del 15 al 20% de las proteínas lácticas” (Alais, 1,985; Scott, 1,991).

### **5.2.1 Componentes del suero lácteo**

De los constituyentes nutricionales que componen al suero lácteo, se pueden describir los siguientes:

#### **5.2.1.1 Lactosa**

“El suero contiene una alta cantidad de lactosa (hasta el 75% de los sólidos totales). Aunque la lactosa es un buen sustituto para el azúcar en los alimentos dietéticos, tiene también muchas desventajas, como por ejemplo: no es un azúcar valioso; y es necesario dividirla en glucosa y galactosa por acción de la enzima lactasa, ya que no es soluble y no muy dulce” (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006).

“La lactosa también se utiliza en la industria farmacéutica, y ésta requiere un proceso muy tecnificado. Para valorar la lactosa del suero, es posible dividir la lactosa en glucosa y galactosa, o fermentar la lactosa y obtener diversos productos; tales como aceites de levadura, glicerol, polisacáridos extracelulares, ácido cítrico, vitaminas, aminoácidos, otros ácidos orgánicos y pigmentos carotenoides”.(Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006).

### 5.2.1.1 Proteínas

“Las proteínas del suero tienen varias características funcionales en soluciones acuosas, como solubilidad, emulsificación y congelación, pero sobre todo las proteínas del suero se procesan para productos alimenticios, esto porque el alimento contiene también los lípidos, las azúcares, las sales y otras proteínas” (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006).

La composición de las proteínas más importantes en el suero, y su respectiva cantidad se describen en la tabla 5.1.

Tabla 5. 1 Composición de las proteínas en el suero lácteo.

Proteína	Concentración (g/L)
$\beta$ -lactoglobulina	3.2
$\alpha$ -Lactoalbumina	1.2
Inmunoglobulinas	0.8
Albúmina sérica bovina	0.4
Lactoferrina	0.2
Lactoperoxidase	0.03

Fuente: Van der Schans, citado por Recinos y Saz (2,006).

#### A) $\beta$ -Lactoglobulina.

“Esta proteína contiene de un 50 a 60% del total de la proteína del suero. Es una fuente rica en cisteína, un aminoácido esencial, que es importante para la síntesis de la lactosa”. (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006).

“A pesar de que la  $\beta$ -lactoglobulina puede unirse in vitro a gran variedad de sustancias hidrofóbicas, entre las que destacan retinol (vitamina A) y ácidos grasos de cadena larga, la función fisiológica de esta proteína aún no es muy conocida. También se realizó un estudio sobre el efecto de ésta proteína en la absorción intestinal de retinol, triglicéridos y ácidos grasos de cadena larga en terneros, observándose una

mejora en dicha absorción. De ahí que especularan que la  $\beta$ -lactoglobulina puede tener como función biológica la absorción y subsiguiente metabolismo de ácidos grasos” (Kushibiki, citado por Almécija, 2,007).

“La  $\beta$ -lactoglobulina tiene muy buenas características gelificantes, por lo que es muy utilizada en alimentos en los que se requiera retener agua y que presenten buena textura. Así, se utiliza en carnes, productos con pescado, productos de confitería y otros muchos alimentos prefabricados. Además, el rango de aplicaciones de productos enriquecidos con esta proteína se amplía gracias a la flexibilidad de los geles que se forman, ya que éstos pueden ser translúcidos, opacos, elásticos o inelásticos según las condiciones químicas, fundamentalmente pH y fuerza iónica, en las que ocurra la gelación. Otra de las principales aplicaciones es como espumante y emulsionante, por lo que es ampliamente utilizada en formulaciones alimenticias como merengues y productos similares”. (Chatterton, citado por Almécija, 2,007).

“La  $\beta$ -lactoglobulina presenta muy buena solubilidad y claridad en un rango amplio de pH, es estable a tratamientos a altas temperaturas y tiene un valor nutricional elevado. Todas estas propiedades hacen que sea una proteína muy usada como agente activo en bebidas enriquecidas con proteína, como zumos de frutas y bebidas para deportistas, y en bebidas de larga duración” (Chatterton, citado por Almécija, 2,007).

### **B) $\alpha$ -Lactoalbumina.**

“Se considera que esta proteína es el 25% de la proteína total del suero. En la glándula mamaria, la  $\alpha$ -lactoalbumina actúa como coenzima en la biosíntesis de la lactosa. En algunos países, la  $\alpha$ -lactoalbumina se utiliza comercialmente en fórmulas infantiles para hacerla más similar a la leche humana. Además, puede aumentar la inmunidad y reducir el riesgo de algunos cánceres; ya que es una buena fuente de aminoácidos de cadena ramificados y por ello puede también ser utilizado en la nutrición de los productos deportivos”. (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006).

“Una de las principales aplicaciones de esta proteína es su utilización como nutracéutico debido a su alto contenido en triptófano. El triptófano suele ser un aminoácido limitante en la mayoría de fuentes proteicas” (Beulens, citado por Almécija, 2,007).

“Otra de las principales aplicaciones de la  $\alpha$  -lactoalbúmina es su uso como aditivo en fórmulas infantiles. La leche bovina y humana difiere sustancialmente en la relación entre las proteínas del suero lácteo y la caseína presente, así como en las proporciones de proteínas específicas. Por tanto, si se adiciona concentrado de proteínas del suero lácteo bovino en fórmulas infantiles, para mantener la proporción entre proteínas del suero lácteo y caseína presente en la leche humana se obtendrían fórmulas con un exceso en  $\beta$ -lactoglobulina y una concentración de  $\alpha$  -lactoalbúmina relativamente baja; mientras que si lo que se intenta es mantener el perfil de aminoácidos esenciales presente en la leche materna, dichas fórmulas tendrían un exceso de proteínas” (Lien, citado por Almécija, 2,007).

“Con el fin de conseguir fórmulas infantiles más semejantes a la leche humana se está optando por adicionar  $\alpha$  -lactoalbúmina. Este tipo de fórmulas enriquecidas en  $\alpha$  -lactoalbúmina ofrecen al recién nacido la ventaja de disponer de concentraciones de triptófano en plasma iguales a las que tendrían si se alimentaran con leche materna, y elimina la desventaja de fórmulas anteriores en las que se proporcionaba al recién nacido un exceso de nitrógeno, no beneficioso para su organismo” (Lien, citado por Almécija, 2,007).

### **C) Inmunoglobulinas.**

“Las inmunoglobulinas son glicoproteínas cuya función esencial es la de unirse a un antígeno. Esta unión tiene una cualidad específica, de tal manera que una inmunoglobulina se unirá fundamentalmente a un antígeno determinado. Para la destrucción de dicho antígeno se requieren de la colaboración de otros elementos. Así, cuando las inmunoglobulinas detectan los antígenos, se unen a ellos y actúan de transductores de la información de la presencia de los mismos para ser destruidos” (Almécija, 2,007)

“Se conocen cinco tipos de inmunoglobulinas: IgM, IgA, IgG, IgD e IgE. La inmunoglobulina G es la más abundante, representando más del 70% de las inmunoglobulinas séricas, mientras que la inmunoglobulina M representa del 5-10%, la IgA del 10-15% y las IgD e IgE se presentan en mucha menor proporción” (Almécija, 2,007).

“Otras de las principales propiedades de las inmunoglobulinas, entre ellas se encuentra la capacidad para prevenir el ataque de patógenos al tejido epitelial, que es un paso crítico en el establecimiento de una infección, es decir, las inmunoglobulinas suponen una protección inmunológica pasiva contra infecciones

microbianas. Por otro lado, cuando las infecciones ya están establecidas, las inmunoglobulinas pueden ser utilizadas con efectos terapéuticos, si bien sólo ha sido comprobado en enfermedades donde la infección se mantiene mediante constantes reataques y reinfecciones, como es el caso de las caries; o en aquellas en las que están involucradas toxinas o componentes inflamatorios. Por todo ello, se comercializan alimentos enriquecidos en inmunoglobulinas destinados tanto a la alimentación de animales de granja, como a suplementar la dieta humana” (Mehra, citado por Almécija, 2,007).

#### **D) Albúmina sérica bovina (BSA).**

“La albúmina del suero vacuno vincula los ácidos grasos y otras moléculas pequeñas. Debido a su alto contenido de cisteína, la albúmina del suero vacuno puede ser fuente importante para la producción de lactosa en el hígado”. (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006).

“La BSA es muy utilizada tanto en la industria alimentaria como para fines terapéuticos. Estas aplicaciones son debidas a sus principales propiedades: capacidad espumante, propiedades gelificantes y capacidad de enlazar ligandos. La primera de ellas es consecuencia de que su difusión a través de la interfase aire-agua le permite reducir la tensión superficial, creando y estabilizando las emulsiones. Probablemente, la propiedad más importante de la BSA es su capacidad para unirse reversiblemente a una gran variedad de ligandos, tales como los ácidos grasos de cadena larga, insolubles en el plasma, que son transportados gracias a su unión con la BSA” (Zydney, citado por Almécija, 2,007).

“Otra de las propiedades de la BSA es como antioxidante, función debida a la unión de la BSA con radicales oxigenados libres que son, por tanto, retirados del plasma sanguíneo” (Kouoh, citado por Almécija, 2,007).

#### **E) Lactoferrina**

“La lactoferrina de la leche está muy poco saturada en hierro, ya que una de sus funciones biológicas es la protección del recién nacido mediante la absorción de hierro, haciendo éste indisponible para las bacterias y para la formación de radicales libres en las reacciones de oxidación” (Almécija, 2,007).

“Una de las funciones más importantes de la lactoferrina es su actividad antimicrobiana contra gran cantidad de bacterias, hongos y virus. Recientemente se ha descubierto una tercera función

antibacteriana de la lactoferrina, una actividad proteolítica. Mediante proteólisis, la lactoferrina degrada a ciertos microorganismos, disminuyendo así su patogenicidad” (Brock, citado por Almécija, 2,007).

“En cuanto a su actividad antivírica, la lactoferrina bovina es un potente inhibidor del desarrollo de diferentes virus tales como el virus del herpes simplex 1 y 2, el virus de la inmunodeficiencia humana o los virus de la hepatitis B y C. Otra de las funciones destacables de la lactoferrina es la regulación de las respuestas inmune y antiinflamatoria, entre otros” (Valenti y Antonini, citado por Almécija, 2,007).

#### **F) Lactoperoxidasa**

“El sistema lactoperoxidasa (LP), comprende una serie de reacciones que se producen de forma natural en diversos fluidos de los mamíferos, como la saliva y la leche. Se cree que su función es proteger al organismo frente a la acción de diversos microorganismos patógenos y un modo de seleccionar determinados microorganismos en el tracto intestinal de los recién nacidos” (Davidson, citado por Pereda, 2,005).

“La lactoperoxidasa es una enzima de la familia química de las peroxidasas que están ampliamente distribuidas en la naturaleza tanto en los animales, incluidos los humanos, como en los vegetales. Su función principal es la de catalizar la oxidación de diversos componentes en presencia de peróxido de hidrógeno. Las peroxidasas se encuentran en las glándulas mamarias, salivares y lacrimales de los mamíferos y en sus respectivas secreciones, es decir, en leche, saliva y lágrimas” (Reiter y Härnultv, citado por Pereda, 2,005).

#### **5.2.1.2 Concentrado de proteínas**

Las proteínas del suero son los componentes más valiosos, puesto que investigaciones determinan que las proteínas del suero de leche de bóvidos son similares a los productos humanos con suero (la leche).

“El concentrado de proteína de suero de leche con un 34% de proteína es excelente tanto en mezclas secas como húmedas, en mezclas secas preparadas, en alimentos para bebé, así como en productos de confitería y panadería. Utilizando el sistema de ultrafiltración para tratar el suero dulce se pueden obtener ciertos productos con un alto contenido proteínico entre los que se mencionan bebidas, yogurt y helados” (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006).

“Los concentrados de proteína consisten en una fuente completa de proteína de alta calidad, con poco contenido de grasa, el cual puede ayudar a controlar el apetito y el peso. Normalmente, esta proteína concentrada se le encuentra en polvo, y puede agregarse fácilmente a muchas comidas y recetas. Una forma de proteína consiste en la proteína del suero aislada la cual contiene menos del 1% de lactosa y se recomienda frecuentemente a los vegetarianos y para aquellas personas que poseen una intolerancia a la lactosa o al gluten” (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006).

### **5.3 Fuentes de generación del suero dulce lácteo**

#### **5.3.1 Tipos de suero lácteo**

“La composición del suero lácteo depende no solamente de la composición de la leche empleada y el contenido de humedad del queso sino que también de manera muy significativa, del pH del suero al separarse de la cuajada. Así, se pueden distinguir dos tipos de suero lácteo” (Rodríguez. 2,007):

- ✓ Sueros ácidos: “se producen en su mayor parte en la fabricación de caseína por la incorporación de un ácido, normalmente ácido clorhídrico, que produce su coagulación. La otra producción, minoritaria, procede de la coagulación de la caseína mediante la siembra de bacterias lácticas en la fabricación de quesos de pasta fresca y blanda” (Rodríguez M., 2,007).
- ✓ Sueros dulces: “se obtienen en la elaboración de quesos pastosos o sólidos, utilizando para la coagulación cuajo o renina (fermento existente en el estómago de las vacas), quimosina o cuajos de hongos o vegetales. Un cuajo o "iniciador" es un cultivo puro o mixto de microorganismos que se agrega a un sustrato para iniciar la fermentación deseada. Estas sustancias se emplean ampliamente en la industria de lácteos para producir cambios característicos en la elaboración de mantequillas, leches cultivadas y queso” (Rodríguez M., 2,007).

“La composición del suero lácteo, ver Tabla 5.2, varía dependiendo del tipo de queso del cual provenga el suero. Por ejemplo cuando la cuajada se elabora mediante coagulación enzimática, el cual es un método para separar la proteína de la leche” (Scott, 1991), “entonces el suero es conocido como suero dulce, el cual tiene como característica un pH de 6.0 a 6.6, mientras que si la cuajada se obtiene mediante la adición de un ácido entonces el suero será conocido como suero ácido y tiene un pH de 4.3 a 4.7. El pH del suero altera su composición porcentual de componentes” (Madrid, 1996).

Tabla 5. 2 Composición general del suero lácteo.

Constituyente	Suero lácteo	
	Dulce	Acido
Agua (%)	93 - 94	94 – 95
Grasa (%)	0.2 - 0.7	0.04
Proteínas (%)	0.8 - 1.0	0.8 - 1.0
Lactosa (%)	4.5 – 5.0	3.8 – 4.4
Acido Láctico (%)	0	0.8
Minerales	0.5 – 0.7	0.7 – 0.8
Carbohidratos (%)	4.5 - 5.0	4.5 - 5.0
Cenizas (%)	0.05	0.40
Sólidos totales (%)	5.6 - 6.8	5.7 - 6.4
Gravedad específica (Kg/l)	1.026	1.024 – 1.025

Fuente: Van der Schans, citado por Recinos y Saz (2,006)

### 5.3.2 Generación del suero dulce lácteo

“La composición del suero dulce lácteo varía de acuerdo con el tipo de queso elaborado, y por lo tanto el contenido de proteínas, sales, ácidos grasos, entre otros. Los sueros procedentes de la elaboración de quesos blandos son más ácidos que los sueros obtenidos durante el corte de la cuajada de los quesos texturizados” (Fernández, 2,000).

Según Fernández (2,000), existen infinidad de variedades de quesos, distintos según la leche de origen, el contenido en agua, los microorganismos característicos involucrados en su maduración, el tratamiento térmico, el porcentaje de grasa, entre otros factores involucrados. Se denominan quesos frescos aquellos que se consumen pocos días después del inicio de su elaboración, su porcentaje hídrico es elevado. Los quesos manchegos o de bola son quesos maduros de más de tres meses de antigüedad; su porcentaje en agua es bajo. Los quesos fundidos se obtienen a partir de la fusión a temperatura de

uno o de varios tipos de quesos. Se presentan en porciones, en lonchas o en forma de barra.

### **5.3.2.1 Clasificación de quesos**

“Los quesos se clasifican según sus características, su contenido graso (semigrasos y magros), la consistencia de la pasta, el sabor, las características de la corteza, la leche de origen para su fabricación, la forma característica de su molde, la posibilidad de extraer o no la mantequilla antes de la coagulación y finalmente el modo de preparación y curado, por ser naturales o procesados” (Fernández, 2,000).

#### **a) Los quesos naturales**

Según Jiménez (2,006), este tipo de quesos se clasifican en siete categorías básicas según su textura o grado de humedad: frescos jóvenes, con corteza natural, corteza blanda y blanca, semicurados o semiblandos, corteza firme o dura, azules y aromatizados.

#### **b) Los quesos procesados**

“Son aquellos quesos elaborados a partir de los quesos naturales, o a los cuales se les ha añadido algún emulsionante, o sabor, agua, nata y aromas diferentes como jamón, nueces o alguna especia. Tienen un valor nutritivo similar a los naturales y un tiempo de conservación mayor, pero no tienen el carácter único del queso natural y original” (Jiménez, 2,006).

Según Jiménez (2,006), los quesos también se clasifican según el ingrediente escogido para formar el cuajo, con cuajo natural (jugo gástrico del mismo animal) o por acidificación, añadido de ácido cítrico o algún otro ácido: quesos al cuajo o quesos ácidos. Por el origen de la leche: cabra, vaca, oveja, o una mezcla de varias leches. Por su textura pueden ser compactos o granulares. Por los microorganismos utilizados para su fermentación: veteados, azules, de moho blanco, con corteza con desarrollo bacteriano. Por su contenido de humedad o agua: frescos, blandos semicurados o curados. Por su contenido de grasa, triple graso (75% de grasa mínimo), doble graso (60% mínimo), graso (45% mínimo y 60% máximo), semigrasa (entre 25% y 45%), semidenatado (mínimo 10%).

#### 5.4 Datos estadísticos de producción de suero lácteo en El Salvador

Para obtener la cantidad de suero lácteo generado de la fabricación de queso a nivel nacional se partió de la información proporcionada por Laguardia<sup>13</sup>(2,008), la cual destacó que la documentación con la que cuenta el MAG del sector es en forma general ya que muchas empresas no poseen estadísticas y en ocasiones la información es considerada como confidencial. De acuerdo a la entrevistada la producción de leche a nivel nacional para el año 2,007 fue de 535,664, 745 litros (535.664 TM) y el destino de la producción de leche para ese período fue de la siguiente manera:

- ✓ El sector informal con un porcentaje de participación del 76% del total de la producción de leche a nivel nacional, es donde se dirige la mayor cantidad de la leche producida; y
- ✓ El sector formal con 24% de participación en dicha producción.

De acuerdo a Laguardia, el sector informal está conformado por empresas procesadoras artesanales y algunas semi industriales, esta clasificación varía de la mencionada anteriormente debido a que algunas empresas por diferentes motivos económicos y legales prefieren encontrarse clasificadas en rangos más bajos. Del total de leche destinada a éste sector, 46% es para procesamiento, mientras que el otro 30% es la conocida como leche de zaguán la cual es comercializada únicamente para consumo sin ningún procesamiento previo.

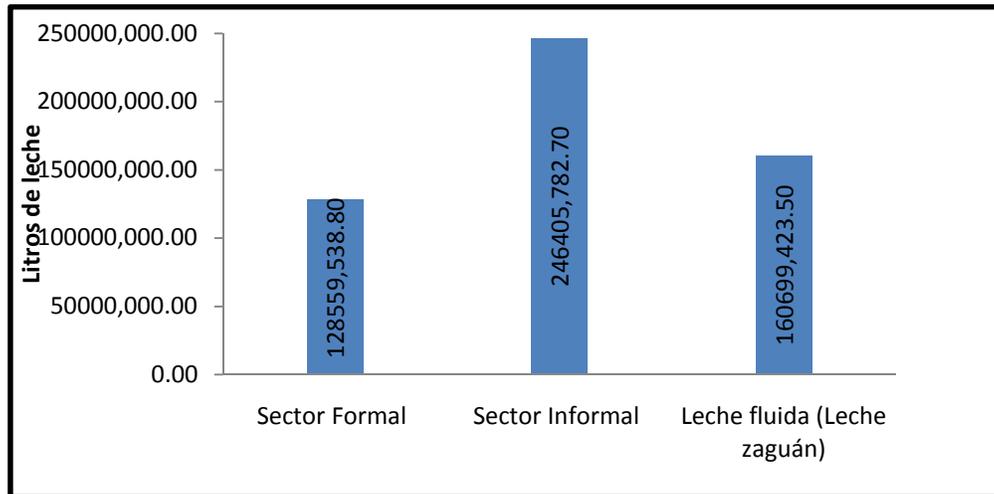
En cuanto al sector formal, éste se encuentra conformado por las empresas más grandes del país: Foremost, La Salud, Lactosa, San Julián, Petacones y El Jobo, y otras empresas semi industriales las cuales procesan la leche usando una tecnología más de punta que las del sector informal. En la figura 5.1 muestra la distribución de la leche a nivel nacional para el año 2,007, con sus respectivos valores en litros de leche. El anexo A10<sup>14</sup>, muestra la bitácora de donde se obtuvo la información para realizar las graficas mostradas en el presente sub capitulo.

---

<sup>13</sup> Entrevista con Lic. Ana Patricia Laguardia, técnico en leches y derivados del IPOA-MAG (División de inocuidad de alimentos).Lunes 04 de Agosto de 2,008

<sup>14</sup> *Bitácora de cálculos: Obtención de la cantidad de suero lácteo generado para el año 2,007*

Figura 5. 1 Distribución de la leche a nivel nacional para el año 2,007



Elaboración propia en base información Laguardia (2,008)

Para el sector formal, de acuerdo a la encuestada, la leche destinada es segmentada en dos: leche fluida, con una participación del 65.75%, y la leche destinada al procesamiento de derivados con una participación del 34.25%. La tabla 5.3 muestra en detalle la participación de los destinos de la leche en el sector formal para el año 2,007.

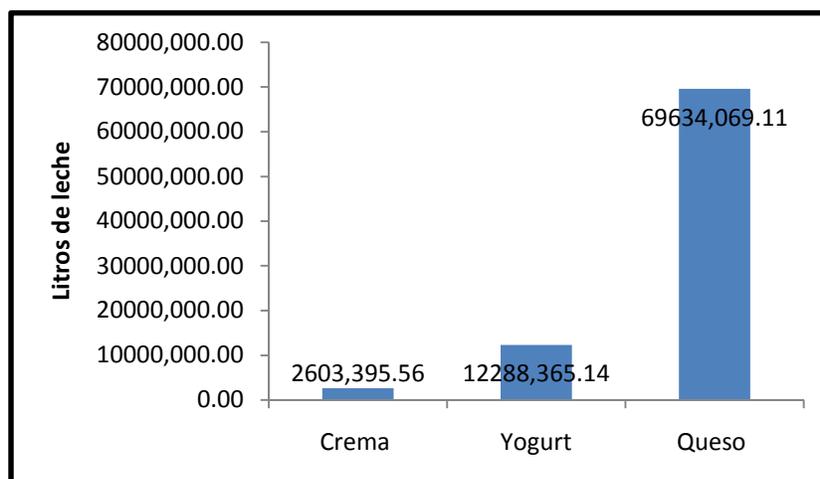
Tabla 5. 3 Destino de la leche para procesamiento en el sector formal para el año 2,007

Destino	Litros de leche
Leche fluida	84,525,829.80
Leche destinada a derivados	44,033,709.00

Elaboración propia en base información Laguardia (2,008)

De la leche destinada a procesamiento de derivados en el sector formal, Laguardia (2,008) menciona que de esta leche se obtiene crema con un rendimiento del 3.08%, y yogurt el cual representa el 15% de la leche destinada para derivados. Sustrayéndolas se obtiene la leche destinada a la fabricación de queso. Realizando estos procesos se puede observar la figura 5.2 la cual muestra el destino de la leche para procesamiento de derivados en el sector formal para el año 2,007.

Figura 5. 2 Destino de la leche destinada al procesamiento de derivados en el sector formal para el año 2,007



Elaboración propia en base información Laguardia (2,008)

Laguardia menciona que para obtener una libra de queso se necesitan cuatro botellas de leche o el equivale a tres litros de leche, conociendo este valor de rendimiento del queso se puede obtener que para el sector formal para el año 2,007 se procesaron 23,211,356 libras de queso.

La leche destinada al procesamiento de derivados del sector informal, es decir el 46%, únicamente se le resta la leche con la cual se obtuvo crema con un rendimiento del 3.08% para poder obtener la leche destinada al procesamiento de queso. La tabla 5.4 muestra en detalle la segmentación de la leche destinada al procesamiento de derivados del sector informal para el año 2,007.

Tabla 5. 4 Destino de la leche para procesamiento en el sector informal para el año 2,007

Destino	Litros de leche
Crema	7,589,298.11
Queso	238,816,484.59

Elaboración propia en base información Laguardia (2,008)

Igual que para el sector formal, el queso procesado en el sector informal se obtuvo a partir de un rendimiento de cuatro botellas de leche para una libra de queso, obteniendo un valor de 79, 605,494.86 libras de queso para el 2,007.

Para obtener la cantidad de queso procesado a nivel nacional para el año 2,007 se suman los valores del queso elaborado del sector formal e informal, igualmente la adición de la cantidad de leche destinada a la fabricación de ambos sectores da como resultado el valor de leche destinada a la fabricación de queso para el mismo año, la siguiente tabla 5.5 muestra dichas cantidades.

Tabla 5. 5 Valores de leche destinada al procesamiento de queso y queso procesado para el año 2,007 a nivel nacional

Adición de ambos sectores	Cantidad (Kg)
Leche destinada a la fabricación de queso	318, 629,420.8
Queso procesado	46, 650,113.8

Elaboración propia en base información Laguardia (2,008)

Con la resta de los resultados de las adiciones anteriores se obtiene que para el año 2,007 a nivel nacional se generaron por la fabricación de queso 271, 979,306.97 kilogramos de suero lácteo.

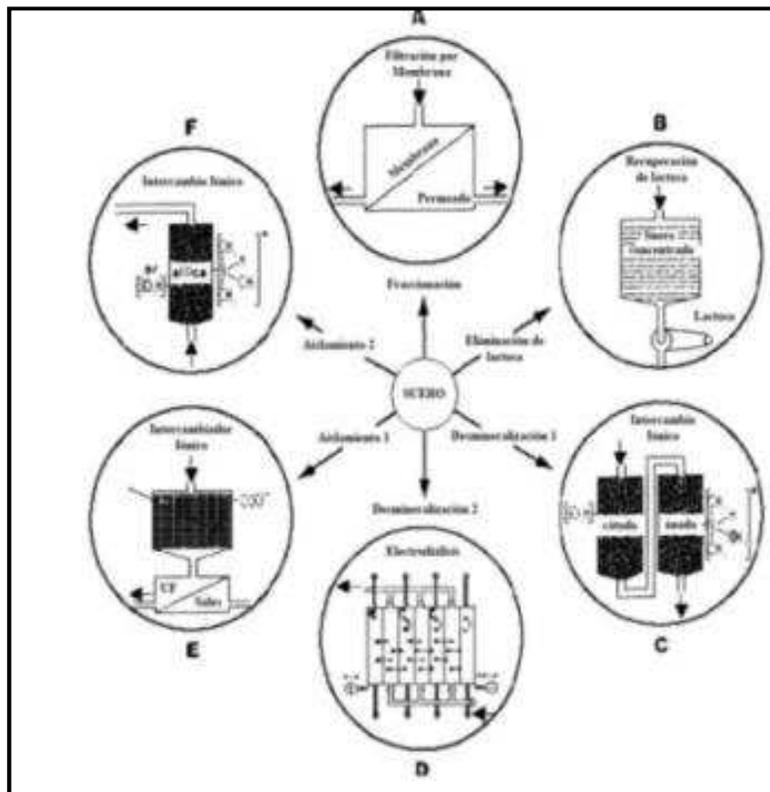
## CAPITULO 6: SISTEMAS QUE PERMITEN RECUPERAR LA PROTEÍNA DEL SUERO DULCE

Para elaborar los diferentes productos a partir de la obtención del suero lácteo son necesarios ciertos procedimientos que permitan separar y reutilizar éste para un determinado fin.

### 6.1 Primeros sistemas de recuperación de proteína

“La electrodiálisis, el intercambio iónico y la desmineralización (ver Anexo A11<sup>15</sup>), fueron de las primeras técnicas creadas para llevar a cabo la desmineralización del suero lácteo (ver figura 6.1), las cuales aumentan o reducen el contenido de minerales del suero lácteo según sean los requerimientos del producto a obtener (ver anexo A12<sup>16</sup>)” (Recinos y Saz, 2,006).

Figura 6. 1 Procesos para la recuperación de los componentes del suero.



Fuente: Recinos y Saz (2,006)

<sup>15</sup> Sistema de recuperación de proteína

<sup>16</sup> Esquema general de procesos productivos para la obtención de productos a partir del suero lácteo desproteizado

Mientras las técnicas que existen actualmente, con la utilización de membranas semipermeables, cubren un mayor intervalo de tamaños de separación, igualado solo por los procesos de separación centrífuga. La microfiltración (MF), la ultrafiltración (UF), la nanofiltración (NF) y la osmosis inversa (OI), son todos procesos con diferentes velocidades de transporte, que coinciden en el agente de separación: membrana. Cada una de estas técnicas, al igual que las anteriores, son utilizadas dependiendo del producto final requerido (Recinos y Saz, 2,006).

## 6.2 Sistemas de recuperación de proteína: Filtración del suero por membrana

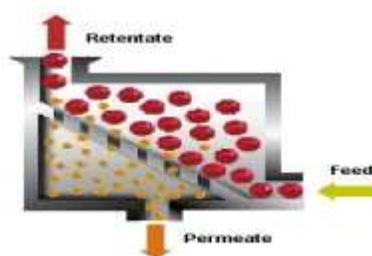
La aplicación de las tecnologías de membranas, (Ver figura 6.2), para la conservación y obtención de alimentos es una tecnología emergente en el sector alimentario. De hecho, los procesos de membrana se utilizan para concentrar o bien fraccionar un líquido en dos de diferente composición.

Los motivos expresados por los profesionales para la utilización de esta tecnología en la industria alimenticia son fundamentalmente porque mejora la calidad de los productos (tanto de forma nutricional, bacteriológica y funcional), reduce los costos de producción, aumento del rendimiento, mayor automatización de los procesos, mayor flexibilidad, elaboración de nuevos productos y la solución a problemas medioambientales.

### 6.2.1 Tipos de proceso que utilizan membranas

“El proceso de separación, se fundamenta en la permeabilidad selectiva de un componente o más del líquido a través de la membrana y en un gradiente de presión hidrostática. Los procesos de membranas de filtración más importantes para la industria alimenticia son: Microfiltración (MF), Ultrafiltración (UF), Nanofiltración (NF) y Osmosis Inversa (OI)” (Recinos y Saz, 2,006).

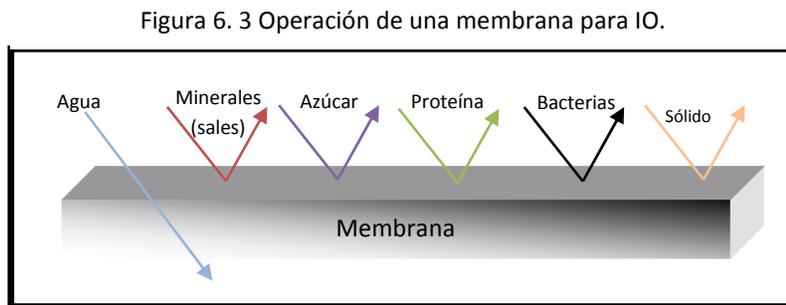
Figura 6. 2 Proceso genérico de filtración por membranas



Fuente: Almecija (2,007)

## 1) Ósmosis inversa

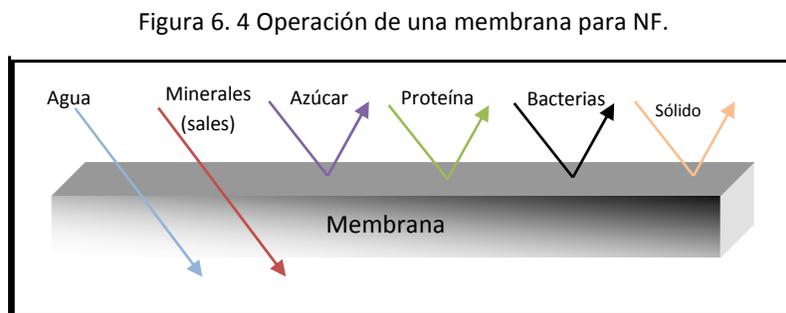
Según Harper, citado por Domínguez (2,000), la ósmosis inversa utiliza membranas muy estrechas y altas presiones de operación para separar el agua de todos los demás componentes del suero, además indica que este método es generalmente utilizado para concentrar el suero a una relación de 2:1. (Ver figura 6.3)



Fuente: Lara (2,002)

## 2) Nanofiltración

La nanofiltración, para Harper citado por Domínguez (2,000) depende de membranas que repelen selectivamente ciertos iones, basándose en la carga que éstos posean, igualmente señala que el concentrado producido es casi totalmente desmineralizado, sin embargo las membranas para este proceso son complejas e incluyen una película ultra fina formada por condensación en los microporos de polisulfona, lo que las hacen muy costosas (Ver Figura 6.4).

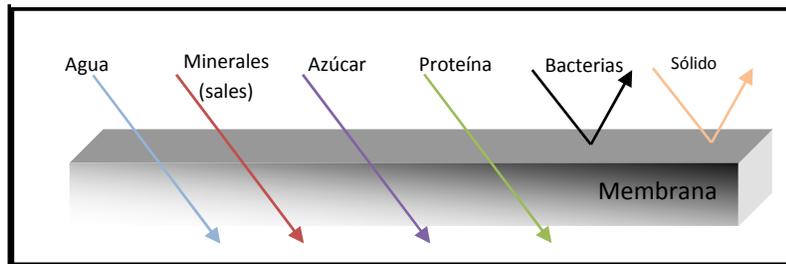


Fuente: Lara (2,002)

### 3) Microfiltración

La microfiltración separa los microorganismos y lípidos produciendo así un concentrado con 50% de proteína y 0.11% de grasa. Sin embargo, el autor menciona que este método requiere de un descremado preliminar y una UF posterior a la microfiltración, además es un proceso que está todavía en desarrollo (Harper, citado por Domínguez, 2,000) (Ver figura 6.5).

Figura 6. 5 Operación de una membrana para MF.



Fuente: Lara (2,002)

La tabla 6.1 muestra en detalle un resumen de las diferentes técnicas utilizadas para la obtención de proteína, en dicha tabla se encuentra plasmada la información tecnológica de estos tipos de sistema de recuperación así como su aplicación potencial.

Tabla 6. 1 Comparación de los diferentes sistemas de recuperación de proteína del suero lácteo

Proceso de separación	Tipo de membrana	Fuerza conductora	Método de separación	Aplicación
Osmosis Inversa	De tipo "piel" (Skin type) asimétrica diámetro del poro de 0.002 $\mu$ m	Diferencia de presión hidrostática entre 15 a 150 bars	Tamizado-Difusión	Separación de sales y micro solutos de sales y en disoluciones
Nanofiltración	Micro porosa asimétrica con diámetro del poro de 0.002 $\mu$ m	Diferencia de presión hidrostática entre 5 a 35 bars	Tamizado debido al radio del poro y la absorción	Separación de compuestos con alto peso molecular, mono, di y oligo-sacáridos, aniones polivalentes
Microfiltración	Micro porosa asimétrica con diámetro de poro de 0.2 a 5 $\mu$ m	Diferencia de presión hidrostática 0.1 a 2 bar	Tamizado debido al radio del poro y la absorción	Cultivos celulares y partículas
Electrodialisis	Micro porosa con diámetro entre 5nm a 10 $\mu$ m	Gradiente de potencial eléctrico	Por carga eléctrica y tamaño de partícula	Desalinización de disoluciones, separación de sales y micro solutos en disoluciones macromoleculares
Intercambio Iónico	Sin uso de membrana	Gradiente de potencial eléctrico	Por carga eléctrica y tamaño de partícula	Desalinización de disoluciones iónicas
Desmineralización	Sin uso de membrana	Gradiente de concentración	Difusión, solubilidad	Reducción de lactosa y aumento de minerales

Fuente: Palacios (1,999)

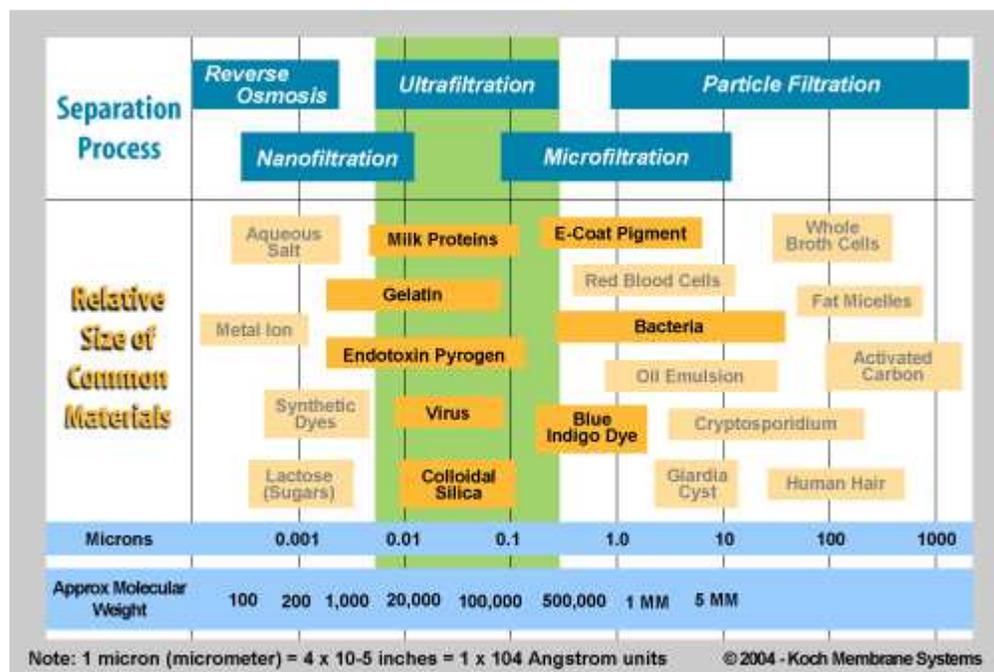
### 6.2.2 Definición de membrana

De acuerdo a Recinos y Saz (2,006), una membrana se puede considerar como una barrera o película permeoselectiva entre dos medios fluidos, que permite la transferencia de determinados componentes de un medio al otro a través de ella y evita o restringe el paso de otros componentes; el transporte de

componentes a través de ésta se realiza siempre aplicando una fuerza impulsora, dicha fuerza puede ser debida a gradientes de concentración, presión, temperatura o potencial eléctrico.

“La permeabilidad selectiva viene determinada por la medida de la partícula (ver figura 6.6), la afinidad química con el material de la membrana y/o la movilidad de los componentes a través de la membrana (movimiento difusivo o convectivo). Las membranas, para ser efectivas en los procesos de separación y filtración, han de ser resistentes químicamente (tanto con el alimento como con los productos de limpieza), mecánica y térmicamente estables, y tener una permeabilidad elevada, alta selectividad y resistencia a las operaciones” (Recinos y Saz, 2,006).

Figura 6. 6 Espectro filtración de los diferentes tipos de membrana.



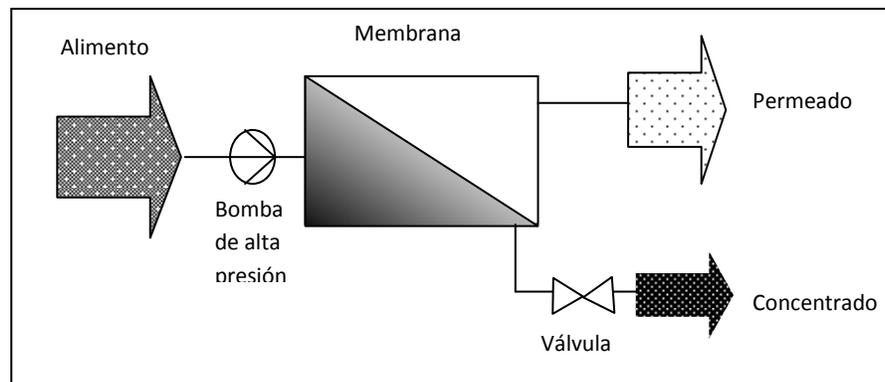
Fuente: Koch Membrane Systems (2,004)

### 6.2.3 Operación de la membrana

De acuerdo a Lara (2,002), una operación de membrana puede definirse como aquella en la que una corriente de alimentación (“feed”) está dividida en dos: un permeado (“permeate”) contenido en el material que ha pasado a través de la membrana y un retenido (“retentate”) conteniendo las especies que no la atraviesan. Es decir, que “todo proceso de membrana, existen tres corrientes” (Recinos y Saz, 2,006) (Ver figura 6.7):

- a) Alimento (“feed”): es la disolución que se quiere tratar.
- b) Permeado (“permeate”): corriente que es capaz de pasar a través de la membrana, está constituido por el solvente y algunos solutos. “El permeado es un líquido traslucido de color verde amarillento debido a la riboflavina; de olor característico y de viscosidad muy baja” (Andrade, 1,999).
- c) Retenido o concentrado (“Retentate”): es la corriente que no logra pasar a través de la membrana. aquí se ha perdido parte de la disolución del alimento y, por tanto, aumenta la concentración de sustancias que no pueden atravesar la membrana. “El retenido es un líquido opaco, de color blanco y de viscosidad mayor que la del agua; su aspecto recuerda al de la leche, teniendo un olor muy agradable. Su color se debe a la refracción de longitudes de ondas blancas” (Andrade, 1,999).

Figura 6. 7 Representación esquemática de un proceso de separación por membrana.



Fuente: Reventos citado por Recinos y Saz (2,006)

Recinos y Saz (2,006) menciona que de acuerdo a la corriente de interés del proceso ya sea el permeado o el retenido y en ciertos casos ambos, así dependerá el objetivo de la separación, además menciona que existen tres objetivos de separación:

- a) *Concentración*. El componente deseado se encuentra en concentración baja en la corriente del alimento, en esta operación el disolvente (permeado) es el que se elimina con el fin de aumentar el componente que se quiere concentrar.

- b) *Purificación*. Las impurezas o los componentes no deseados se eliminan en la corriente de permeado o en el retenido.
- c) *Fraccionamiento*. Cuando una mezcla se separa en dos o más componentes deseados.

“Si el objetivo del proceso es concentrar, la corriente de interés será el concentrado. Si se quiere purificar, la corriente de interés es o bien el retenido o bien el permeado, según cuál contenga las impurezas que se quieren eliminar. Si se quiere hacer un fraccionamiento, las dos corrientes pueden ser de interés” (Recinos y Saz, 2,006).

“La separación se realiza gracias a la facilidad que tiene la membrana de transportar un componente de las fases a través de ella. El transporte a través de la membrana se efectúa por la acción de una fuerza impulsora” (Recinos y Saz, 2,006). En el esquema que se muestra en la figura 3.9, se presenta el proceso general de separación por membranas, en el que se puede distinguir las tres corrientes. El alimento es separado en una corriente más concentrada (retenido) y en una corriente menos concentrada (permeado).

#### **6.2.4 Tipos de membrana**

Según Recinos y Saz (2,006) los materiales que se utilizan en muchos procesos de membranas pueden ser muy diferentes, ya que tanto el material como las configuraciones ofrecen muchas posibilidades. Por eso, se pueden establecer varias clasificaciones, según el elemento de referencia. Ver tabla 6.1

Tabla 6. 2 Tipos de membrana

ELEMENTO DE REFERENCIA				
Naturaleza de la membrana		Porosidad de la membrana		
Orgánica	Inorgánica	Membrana porosa	Membrana microporosa	Membrana no porosa
Están formadas de materiales poliméricos y sus propiedades dependen de las propiedades del polímero	Formadas por materiales arcillosos, zeolitas, óxidos de aluminio entre otras.	Formada por poros que pueden ir desde 5 nm hasta alguna micra. Éste es el fundamento de la microfiltración y la ultrafiltración.	Formada por poros de 1 a 5 nm de diámetro. En este caso, los efectos de carga de partículas son más importantes en el proceso de separación que los efectos del tamaño de partícula.	Membrana con poros de tamaño inferior a 1 nm de diámetro.

Fuente: Recinos y Saz (2,006)

De acuerdo al tipo de membrana según su naturaleza se pueden encontrar diversos modelos a seleccionar, a continuación se presenta los modelos de membranas orgánicas.

### A) Modelos con membranas orgánicas

#### 1. Planos

De acuerdo a Recinos y Saz (2,006) este tipo de membrana consiste en una serie de membranas dispuestas horizontalmente o verticalmente sobre separadores permeables, que actúan como canales y conducen el flujo. Los separadores pueden ser de disco o de placa y marco. La relación superficie/volumen (S/V) normalmente es baja, comparada con la configuración tubular, y depende de la forma y la eficacia del material utilizado como separador, pero oscila generalmente entre 100-300 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. No se aconseja para la desalinización del agua, a causa de la baja relación S/V y las altas presiones que tendría que soportar (10-100 bar); sin embargo, es adecuada para la recuperación y concentración de productos de alto valor añadido, como proteínas o vitaminas, en que estas limitaciones no son importantes.

## **2. Tubulares**

Recinos y Saz (2,006) menciona que este tipo de membrana cuenta en el interior un soporte en forma de tubo de acero inoxidable o poliéster reforzado, de 10-40 mm de diámetro interior y de 0,5-3,5 m de longitud. Éstas se colocan en paralelo o en serie dentro de un módulo y la disolución que se quiere tratar entra a presión por un extremo del tubo y llega al final como corriente del retenido, mientras que el permeado se recoge en el exterior de los tubos dentro de la carcasa de acero inoxidable.

La velocidad de circulación de la solución es del orden de 6 m/s (régimen turbulento). Mientras que la relación  $S/V$  es baja, ronda entre los 25-100  $m^2/m^3$ , estas membranas exigen más superficie de instalación, por lo que generan un mayor costo de inversión y mantenimiento. Su configuración es sencilla y se puede utilizar en MF, UF, diálisis y concentración alimenticia por OI.

## **3. Cartucho en espiral**

Según Recinos y Saz (2,006) estas membranas en forma de lámina se colocan una sobre otra (de 4 a 10 láminas) y se enrollan sobre un eje central, y queda un cilindro que se coloca en el interior de un tubo o cartucho. La capa activa de la lámina se orienta hacia el exterior, de forma que el flujo de permeado va en dirección desde el exterior hacia el interior, y los solutos quedan retenidos en esta superficie activa. Una vez el permeado pasa a la capa activa, una malla porosa entre las láminas es la encargada de conducirlo hacia el interior del tubo o eje central. Entre las dos capas activas se coloca una malla sintética, que conduce el alimento por toda la superficie de la membrana; este conjunto o “sandwich” es sellado con el fin de no mezclar la corriente de permeado con otras corrientes. La corriente de alimentación y la de concentrado son axiales en la dirección del eje central y paralelas a la superficie de la membrana para poder disminuir el fenómeno de polarización de concentración.

“Estas membranas no representan un costo de inversión ni de mantenimiento elevado, ya que sus elementos de membrana se pueden recuperar y ser utilizados nuevamente para configurar nuevas membranas” (Recinos y Saz, 2,006).

#### 4. De fibra hueca

Recinos y Saz (2,006) señalan que estas membranas están formadas por un haz de fibras huecas asimétricas, de diámetro interior de 40  $\mu\text{m}$  y diámetro exterior de 85  $\mu\text{m}$ , aproximadamente. Las fibras actúan como autoaporte y resisten presiones elevadas. El haz consta de entre decenas y millones de fibras y se encuentra dentro de un distribuidor poroso que es sellado por los extremos donde se enlazan las fibras con una resina epoxi. La corriente de alimento se impulsa radialmente hacia el haz y el transporte se efectúa por el interior de las fibras hacia el exterior, donde se recoge el permeado. Generalmente, se configuran en módulos de poliéster reforzado, de hasta 1,2 m de longitud y de 10 a 25 cm de diámetro, y suelen ser muy compactos. Para reducir la polarización de concentración se trabaja con flujo laminar.

Igualmente, Recinos y Saz (2,006) menciona que el factor de conversión es del 60%. No se pueden utilizar en la separación de soluciones muy concentradas porque su superficie activa se podría bloquear en poco tiempo, lo cual reduciría drásticamente la eficacia del proceso. Generalmente, requieren un pretratamiento riguroso. Su uso está decreciendo. Dentro de este tipo de módulos existe una variante de membranas capilares, que presentan una configuración similar a las de fibra vacía, pero sus dimensiones son mayores (relación de diámetros de 0,5 a 5 mm). Su aplicación es menos específica que para fibra hueca y se utilizan en UF, NF y OI. A continuación se presenta en la tabla 6.1, en donde se realiza una comparación de diferentes características de los tipos de membranas orgánicas descritas anteriormente.

Tabla 6. 3 Características para los tipos de membrana orgánica de aplicación en industria alimenticia.

Características	Tubular	Plano	En espiral	Fibras vacías
Superficie de membrana (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )	25-100	200-500	500-2,000	1,500-6,000
Flujo (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> día)	0.3-1	0.3-1	0.3-1	0.004-0.1
Pérdida de presión (atm)	2-3 (turbulento)	1-2 (laminar)	1-2 (laminar)	0.3 (laminar)
Velocidad necesaria (cm/s)	100-500	100-300	25-50	0.5
Pretatamiento	Filtro	filtro	Coagulación y filtro	Coagulación y filtro
Facilidad de limpieza	Buena	poca	poca	Nula, riesgo elevado de obstrucción
Cambio de membranas	Fácil	fácil	difícil	imposible
Costo	elevado	elevado	bajo	bajo
Aplicación	UF, diálisis, MF, OI	UF, OI	UF, OI, NF	UF, OI, diálisis.

Fuente: Reventos citado por Recinos y Saz (2,006)

## B) Modelos con membranas inorgánicas

### 1. Membranas cerámicas

Según Recinos y Saz (2,006) las estructuras micro porosas de cerámica pertenecen a los materiales más antiguos utilizados para la separación de sustancias. El método de elaboración es extremadamente sencillo: se prensa y sintetiza silicato granulado, arcilla y óxido de metal en polvo, en placas, tubos y velas, de ahí se forma una estructura porosa áspera con una repartición relativamente amplia del tamaño de la porosidad. El diámetro de un poro promedio se puede ajustar entre los 0.1 y 100 µm, esto se determina por el tamaño de los granos del polvo utilizado. Las membranas sintetizadas sobresalen por su buena consistencia térmica y su resistencia mecánica.

“Las capas de cerámica delgada se pueden lograr por el método sol–gel. El soporte se abre en una suspensión de partículas finas de metal dispersas o de uniones de metal orgánico, después del secado se calcina el gel a la capa de óxido. El material para el soporte es utilizado frecuente el  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , mientras que para la capa separadora se utiliza el  $\text{TiO}_2$ , el  $\text{ZrO}_2$  o el  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . El precio de esta membrana ronda por lo menos los 1,000 Euros (EUR) /  $\text{m}^2$ ” (Recinos y Saz, 2,006).

## **2. Membranas a base de masa de carbón**

“Estas se elaboran según dos métodos: membranas tubulares por extrusión de pasta de grafito sobre las cuales se cubre una capa de grafito por suspensión,  $\text{ZrO}_2$  o SiC (Carburo silicio), se utilizan en MF y UF. El segundo método consiste en un tejido de fibra de carbono con un cubrimiento de carbono (elaborado por carbonización), para ello existen membranas de microfiltración con un tamaño de porosidad de 0.05 hasta  $1.5\mu\text{m}$ . Precio de la membrana 2,000 EUR / $\text{m}^2$ ” (Recinos y Saz, 2,006),

## **3. Membranas de vidrio**

“Aunque el vidrio llena exigencias como las de presentar campos potenciales de aplicación futura (una estrecha distribución definida de poros, selectividad graduable por modificación de la superficie, estabilidad de presión, estabilidad térmica, estabilidad frente a disolventes orgánicos), no se ha impuesto entre otras cosas por el precio y por la baja porosidad y permeabilidad.” (Recinos y Saz, 2,006).

De acuerdo a Recinos y Saz, (2,006) la sustancia básica para la elaboración de membranas de vidrio en forma capilar, es la combinación de dióxido de silicio, óxido de sodio y óxido de boro, conocidos también de los vidrios de ensayo, que se usan en los laboratorios.

## **4. Membranas zeolíticas**

Recinos y Saz (2,006) menciona que al igual que las membranas de vidrio, estas membranas demuestran ventajas similares. Pero éstas son claramente más baratas de elaborar. El tamaño de sus poros está en el campo de los  $\text{Ångström}^{17}$ . De ahí que sean empleadas por ejemplo para el saneamiento de disolventes (Pervaporación).

---

<sup>17</sup> Un  $\text{Ångström}$  es una décima del tamaño de un nanómetro.

## **5. Membranas de metal**

Según Recinos y Saz (2,006) las membranas de metal son elaboradas por lo general por una unión a presión y sintetizado de polvo de metal de un grosor de grano determinado o por el lixiviado de una fase de una aleación. Hasta ahora se ha encontrado una aplicación limitada en la separación de gases, aireación y limpieza de fluidos. El tamaño de los poros puede ser elaborado entre 0.1 y 5 mm. Las membranas de tungsteno, iridio, molibdeno y otros materiales se destacan por una buena estabilidad mecánica y química. Por cierto, la implementación a gran escala podría limitarse por los costos de producción. La limpieza de membranas sintetizadas es en parte dificultosa.

### **6.3 Sistema de ultrafiltración**

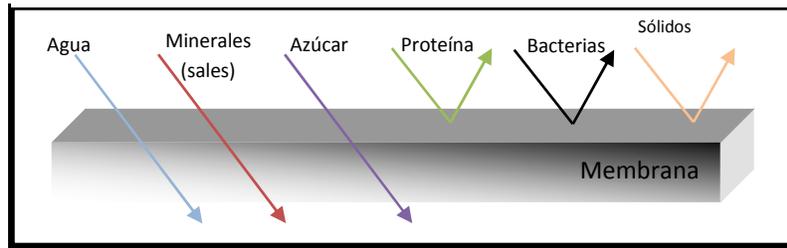
#### **6.3.1 Generalidades de la ultrafiltración**

Harper citado por Domínguez (2,000) señala que la ultrafiltración (UF) se estableció desde 1,981 como el proceso principal para la concentración de suero lácteo.

“La UF es una técnica preliminar en la obtención de concentrados proteínicos de suero de queso y se define como el proceso que permite la separación selectiva de solutos de bajo peso molecular, junto con el agua, de alimentos líquido” (Kosikowski, citado por Andrade, 1,999). “La UF es un proceso que envuelve el manejo de la presión en una membrana para separar y fraccionar componentes de soluciones” (Pal citando por Andrade, 1,999)

Conforme a Harper, citado por Domínguez (2,000), la ultrafiltración es un proceso físico-químico de separación en el cual una solución presurizada fluye sobre una membrana porosa, igualmente apunta que el agua y solutos de bajo peso molecular pasan, influenciados por la presión, a través de la membrana a formar el ultrafiltrado; mientras que las proteínas son retenidas por la membrana y se van concentrando junto con glóbulos grasos, bacterias y suspensiones de sólidos para formar el concentrado (Ver figura 6.8).

Figura 6. 8 Operación de una membrana para UF.



Fuente: Lara (2,002)

El ultrafiltrado es la solución pasante de la membrana, rica en vitaminas y minerales. El concentrado es rico en proteínas, que no atraviesan la membrana. Hung y Zayas, citado por Domínguez (2,000) indican que estas proteínas están compuestas por lo menos de cinco elementos:  $\alpha$ -lactoalbumina,  $\beta$ -lactoglobulina, seroalbumina bovina, inmunoglobulina y péptidos proteicos; los tres primeros componen el 80-90% del total de proteína. Morr et al, citado por Domínguez (2,000) reportan que este complejo proteico contiene 6.6% de cenizas y 0.11% de lípidos.

Debido al alto contenido bacterial del concentrado, Morr, citado por Domínguez (2,000) sostiene que un tratamiento de pasteurización, a alta temperatura por corto tiempo, es necesario para mantener una calidad microbiológica aceptable y una vida útil relativamente prolongada de la materia prima. Aunado a esto, Kim et al, citado por Domínguez (2,000) menciona que “un precalentamiento previo a la UF puede mejorar el desempeño del proceso haciéndolo más rápido, más sin embargo, señalan que hay una reducción del 10% en la cantidad de proteína concentrada y del 40% de fósforo, un aumento en pH de 6.4 a 6.9 y una reducción de la turbidez del concentrado de más de 2.0 a 0.05 por la remoción de coloides”.

### 6.3.2 Factores que afectan la ultrafiltración

De acuerdo a Andrade (1,999) existen ciertos factores que afectan directamente al proceso de ultrafiltración como serán las membranas que serán utilizadas en el proceso; la materia prima a utilizar, en este caso el tipo de suero; los parámetros del proceso como es el flujo; la presión; temperatura; el concentrado y la turbulencia y la concentración de solutos. En la Tabla 6.3 se describen los factores que afectan al proceso de UF.

Tabla 6.4 Factores que afectan el proceso de UF

Factores que afectan la ultrafiltración	
Características de las Membranas	Características de la materia prima
<p>A) Material de la membrana</p> <p>Existen una serie de tipos de membranas y de acuerdo a Andrade (1,999) las membranas se pueden clasificar según su peso molecular de corte, el cual se identifica con el peso molecular de la partícula más pequeña que no pasa a través de la membrana y se expresa por sus siglas en inglés NMWCO ("Nominal Molecular Weight Cut-Off"), lo que se refiere al peso molecular de un soluto con 90% de retención en esa membrana. Las membranas de UF de acuerdo a "Koch Membrane Systems" el peso molecular de corte ronda entre los 1,000 a 500,000 NMWCO.</p>	<p>A) El Tamaño de la molécula</p> <p>Es el factor más importante con membranas de UF y MF, ya que sirve de punto de referencia al escoger una membrana específica para el procesamiento del producto determinado. Aquí es importante el NMCWCO de la membrana. De acuerdo a "Koch Membrane Systems" el tamaño nominal del poro de las membranas de UF oscila entre <math>0.005 - 0.2\mu m</math></p>
<p>B) Variabilidad entre membranas</p> <p>Aunque se estandaricen los métodos para la producción masiva de membranas, la variabilidad entre lotes producidos no se puede controlar. Sin embargo, los flujos específicos a cada unidad producida son diferentes y pueden tener repercusiones en el procesamiento.</p>	<p>B) La forma de la molécula</p> <p>La forma y conformación de las macromoléculas son también afectadas por la interacción iónica, temperatura e interacciones con otros componentes. Esto se relaciona con la capacidad de atravesar un poro de la pared de la fibra.</p>
<p>C) Configuración entre membranas</p> <p>Los tipos de configuración en que estas se disponen tienen diferencias sobre variables como el flujo.</p>	<p>C) Presencia de otros solutos</p> <p>En general, solutos de bajo peso molecular (como azúcares y sales), menores que el menor de los poros de la membrana, son fácilmente permeables. Sin embargo, cuando existen interacciones entre estos solutos y moléculas grandes, como las proteínas, puede resultar en la impermeabilidad de las últimas.</p>
<p>D) Efecto del ensuciamiento y de la absorción</p> <p>Las interacciones soluto-membrana que resulta en la absorción de los solutos por la membrana, tanto de la superficie como por los poros, causa pérdidas obvias y la disminución de la concentración del soluto. El ensuciamiento es el detrimento irreversible del flujo debido a la deposición y acumulación de solutos en la superficie y en los poros de la membrana.</p>	<p>D) Condiciones micro ambientales</p> <p>Son propiciadas por las interacciones iónicas y el pH de la solución; estos factores afectan la conformación y la forma de las moléculas de soluto, lo cual también afectaría la separación de las mismas.</p>

Fuente: Recinos y Saz (2,006)

### **6.3.3 Ventajas y desventajas de la ultrafiltración**

Según Harper, citado por Domínguez (2,000) menciona los siguientes factores que hacen de la UF el proceso preferido:

- ✓ Desarrollo de membranas robustas, sintéticas, de fácil limpieza y con propiedades uniformes.
- ✓ Desarrollo de equipo que permite operación continua.
- ✓ Bajos costos de operación.
- ✓ Requiere menos presión que la ósmosis inversa.
- ✓ Bajos costos de producción para los productos.
- ✓ Combinada con diafiltración permite alcanzar mayores concentraciones de proteína.

A pesar de las múltiples ventajas de la UF, Harper, citado por Domínguez (2,000) apunta las siguientes desventajas de este proceso:

- ✓ Posible descomposición microbiana de la membrana.
- ✓ Vida útil de la membrana afecta enormemente el costo.
- ✓ Permeabilidad decrece con el tiempo.
- ✓ Agentes limpiadores deben ser libres de hierro y sílica.

### **6.4 Productos elaborados a base de proteína de suero dulce lácteo**

A nivel internacional la proteína del suero dulce lácteo se ha utilizado en varias ramas para la fabricación de alimentos. En Estados Unidos las lecherías integrantes de la organización "Dairy Farmers of America, Inc." (DFA), exporta productos tradicionales derivados de suero de leche de la más alta calidad, así como productos de valor agregado como los concentrados de proteína de suero de leche (WPC por sus siglas en inglés) y sus derivados, por ejemplo el DFA produce diferentes productos a partir del suero dulce a diferentes concentraciones, a continuación se muestra un listado:

- ✓ Utilizar un 34% del concentrado de proteína de suero lácteo es excelente tanto en mezclas secas como húmedas y en mezclas secas preparadas tales como: Alimentos para bebé, productos de confitería y panadería, bebidas, yogur y helados.

- ✓ Del 50% al 75% de concentrado de proteína en varios niveles es para usos funcionales o el fortalecimiento de sopas, bebidas, productos lácteos, golosinas, salsas, postres lácteos, alimentos nutritivos, panadería, yogur y suplementos nutritivos con proteínas.
  
- ✓ Se utiliza el 80% de concentrado de proteína para una valiosa fuente de nutrición y función proteínica para alimentos y bebidas. Si el concentrado de proteína es alto en gel se utiliza para dar textura, gelificar y aglutinar el agua en productos de panadería y carnes, análogos de mariscos tipo surimi, yogur y alimentos procesados. Puede reemplazar los huevos o las claras de huevo.

En El Salvador se distribuyen diferentes tipos de productos alimenticios que contienen suero dulce lácteo, exportados de diferentes países. En una visita que se realizó en uno de los supermercados de la zona de San Salvador, se encontraron diferentes productos alimenticios que contiene suero dulce lácteo, por ejemplo: los complementos nutritivos para bebés, suplementos nutritivos para adultos, chocolates, galletas dulces, productos en polvo para adherir a la leche, o hacer bebidas, margarina, productos lácteos como untables, queso cottage, queso mantequilla, queso derretido, sorbetes, postres congelados, y café. Pero en éstos productos no todas las marcas lo utilizan, son algunos que los incluyen para fabricar sus productos alimenticios.

## **CAPÍTULO 7: METODOLOGÍA PARA ELABORAR Y EVALUAR EL PRODUCTO ALIMENTICIO A SELECCIONAR**

En éste capítulo se presentan los métodos utilizados para desarrollar el producto alimenticio elaborado a partir de la proteína de suero dulce. El capítulo describe la forma en que se obtuvo el insumo de suero dulce, que permitió elaborar las pruebas para recuperar la proteína y así poder formular el producto alimenticio. En cuanto a la evaluación del producto alimenticio, está enmarcada dentro de un programa de producción más limpia, se fundamenta en el análisis inicial de los métodos de producción de una empresa con el objetivo de identificar impactos ambientales significativos, para el caso el suero lácteo dulce generado por la fabricación de queso fresco, y la existencia de potencial en la empresa para la puesta en marcha de un sistema de ultrafiltrado que permita la reutilización del suero lácteo, y así mismo evaluar el desarrollo de un producto alimenticio elaborado a partir de éste.

### **7.1 Cuantificación del suero**

#### **7.1.1 Cuantificación de suero lácteo: empresa modelo**

Para determinar como el suero lácteo impacta al ambiente, se partirá de la información proporcionada por la empresa modelo que proporciona el suero lácteo dulce, la cual posee actualmente el proceso de producción de queso fresco, de esta forma el estudio abarcará solo aquellas empresas que entren en la clasificación de esta empresa, que generen una cantidad de suero lácteo dulce similar a la modelo. Esta evaluación preliminar.

Para dar un apoyo a la búsqueda de una solución ambiental se basará en tres de los principios de producción más limpia:

- a) Recuperación in-situ y reutilización: Reutilización de materiales de desecho en el mismo proceso.
- b) Producción de subproductos útiles: Transformación de materiales de desecho en materiales que puedan ser reutilizados o reciclados para otras aplicaciones fuera de la empresa.
- c) Modificación de productos: Modificación de las características del producto de forma que se minimicen los impactos ambientales del mismo derivados de su uso o posterior a éste (disposición) o los impactos causados durante la producción del mismo.

Dentro de la evaluación se incluirá:

- a) Descripción del proceso de producción
- b) Realización del diagrama de flujo del proceso de producción
- c) Elaboración del balance de materiales

### 7.1.1.1 Descripción del proceso de elaboración

Esta sección debe contener una descripción breve de los principales procesos de producción y operaciones unitarias, haciendo énfasis en los hallazgos principales de la visita en planta. Esta descripción deberá contener información referente a materia prima, desechos generados, utilización de agua y energía, así como prácticas operacionales, en forma cualitativa.

### 7.1.1.2 Elaboración del Diagrama de flujo.

Para el proceso descrito en el ítem anterior, deberá incluirse un diagrama de flujo de proceso de acuerdo al siguiente modelo, ver figura 7.1:

Figura 7. 1 Modelo de Diagrama de flujo de proceso.



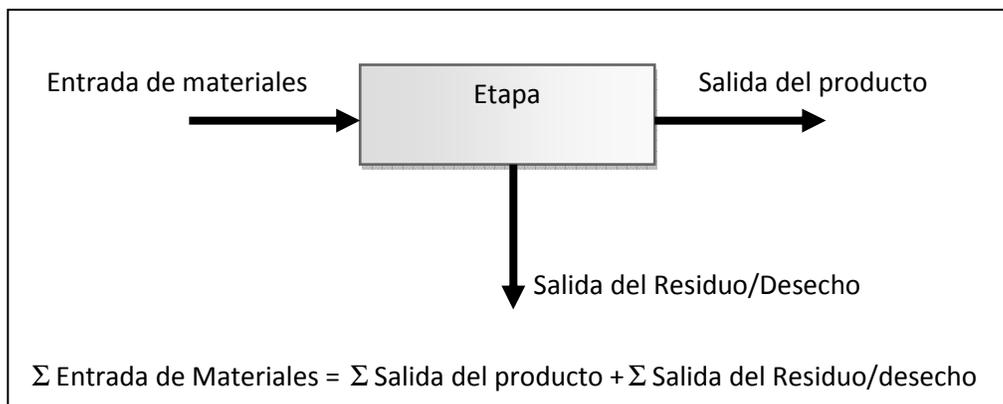
Fuente: CNPML (2,007) G2,000.003

### 7.1.1.3 Elaboración del balance de materiales

De acuerdo a Vaquerano (2,006), un balance de materiales consiste en un método preciso para la cuantificación de todos los insumos y productos de un proceso, basado en la ley de la conservación de la masa ( $\Sigma \text{entradas} = \Sigma \text{salidas}$ ); es decir, se efectúa un registro de la cantidad de de materiales consumidos, utilizados, producidos y desechados de un proceso.

La Figura 7.2 muestra un esquema de los componentes de un balance de materiales y la relación conforme a la ley de la conservación de la masa.

Figura 7. 2 Balance de materiales



Fuente: Vaquerano (2,006)

En donde:

**Etapa:** según Vaquerano (2,006), es la descripción de cada una de las actividades necesarias para realizar el proceso de producción.

**Entrada de materiales:** “son todas las materias primas e insumos que ingresan a cada etapa del proceso” (Vaquerano, 2,006).

**Salida de desecho/residuo:** Para Vaquerano (2,006), son todos aquellos materiales que no fueron transformados en productos durante la realización de las actividades. Un residuo es un material que puede aún ser utilizado en alguna etapa o proceso de producción; mientras que un desecho ya no se puede utilizar y debe dársele un tratamiento y disposición segura.

Salida de producto: “son todos aquellos materiales que pasan de una etapa del proceso a un proceso siguiente, por lo tanto la salida de producto de una etapa se convierte en entrada de material para la etapa posterior” (Vaquerano, 2,006).

## **7.2 Selección del producto alimenticio que se elaborará con proteína de suero dulce**

En éste subcapítulo se describe la forma en la que se llevará a cabo la selección del producto alimenticio. Se usarán técnicas de recolección de datos, ya sea ésta información textual o numérica, y se obtendrá por medio de fuentes primarias tales como: la encuesta, entrevista, pruebas y técnicas proyectivas. En cuanto a fuentes secundarias se utilizarán: datos cuantitativos como estadísticas y censos, cualitativos como registros, y documentos.

En cuanto a la evaluación de la factibilidad del prototipo realizado se utilizarán las fuentes de información como las encuestas, pruebas sensoriales, análisis de elementos involucrados para elaborar el producto alimenticio, y así estimar la apreciación del mismo en el mercado.

### **7.2.1 Determinación del tamaño de la muestra para la realización de encuestas de investigación**

#### **7.2.1.1 Mercado meta**

Para llevar a cabo la elaboración del producto alimenticio, se inicia determinando para quienes está destinado el producto a elaborar. La finalidad es elaborar un producto alimenticio donde el consumidor final sea la población Salvadoreña, sin embargo no se pueden recoger datos de todos los sujetos que interesen a la misma.

Para determinar la muestra, es necesario definir la población a la cual se le generalizaran los resultados. Se ha delimitado como población al sector del área Metropolitana de San Salvador (AMSS), ya que según el Censo poblacional 2,007 de El Salvador, solo en el AMSS hay 1, 566,629 habitantes, es decir, que representa el 27.3% del país. Dentro del AMSS el municipio más poblado es San Salvador con 316,090 habitantes, siendo ésta la población con la que se obtendrán los resultados.

En el área de San Salvador, se pretende obtener la muestra por medio de la encuesta a personas que circulan en los alrededores de la Ave. Juan Pablo II, Boulevard Los Héroes, y de la Col. San Luis. Estos lugares se escogieron debido a que son zonas de enlaces, por ser calles principales; en el caso del Boulevard Los Héroes.

### 7.2.1.2 Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra necesaria para aplicarlo al proyecto de investigación, y poder extraer de los datos muestrales toda la información necesaria de la población seleccionada, se tendrán las siguientes consideraciones.

Según Mercado (1,997), el tamaño de la muestra depende de cuatro elementos, como son:

1) Tamaño del universo o población, pues toda población que sea mayor de 500 mil elementos es una población infinita, y si es menor a ese número es una población finita. La población seleccionada tiene 316,090 habitantes, es decir, que se utilizará la de población finita.

2) El nivel de confianza que adopte el investigador; por lo general se acostumbra a utilizar un nivel de confianza igual a 95.5% o de 95%. En el caso de éste proyecto se adoptó un nivel de confianza del 95%.

3) El investigador igualmente selecciona el error muestral ó error de estimación que desee utilizar expresado en %, generalmente se estima el error entre 2 a 6 %. El error de estimación utilizado para el proyecto de investigación es de 4%.

4) Cuando no se conoce una idea de la situación que el proyecto tendrá en el mercado, ni una probabilidad a favor, es necesario dar sus máximos valores, tanto a la probabilidad de que sea favorable, como el que no se realice, es decir, un 50% a “p” y un 50% a “q”, que se emplean para designar probabilidad a favor (p), y probabilidad en contra (q).

En resumen, la población estará compuesta por 316,090 personas que representará el universo, se considerará un error de estimación del 4% y un nivel de confianza del 95%. La participación del proyecto de investigación en el mercado no es conocido, por lo tanto se darán los valores de p=50%, q=50%.

Se utilizará la fórmula <sup>[13]</sup> para determinar poblaciones finitas, ya que la muestra es menor a los 500 mil elementos:

$$n = \frac{\sigma^2 N p q}{e^2 (N - 1) + \sigma^2 p q} \quad [13]$$

Donde:

N = Población municipio de San Salvador

q = Probabilidad en contra (100-p)

$\sigma$  = Nivel de confianza

e = Error de estimación

p = Probabilidad a favor (porcentaje estimado)

n = muestra

### **7.2.2 Recolección y análisis de datos**

Para seleccionar el producto alimenticio a elaborar, se enfocará en la opinión de la población Salvadoreña, para ello se utilizarán herramientas para la recolección y análisis de los datos.

Para la recolección de datos se utilizará la metodología de las encuestas, la cual consiste en la elaboración de un cuestionario con preguntas cerradas, es decir, que tengan respuestas de “Si o No”, y de opciones múltiples. Para analizar dichas encuestas se utilizará la tabulación de datos y el gráfico respectivo para mayor comprensión y análisis. La metodología para encuestar a las personas que definirán la muestra es la siguiente:

1. Por medio de la encuesta elaborada por el grupo de trabajo, se pretenden obtener datos generales como sexo, edad e ingreso, con el fin de utilizarlos como parámetros para un posterior análisis en cuanto a la selección del producto alimenticio a elaborar.
2. Se formularán preguntas que muestren el nivel de conocimiento de las personas a cerca del suero dulce lácteo y sus aplicaciones en el país.
3. También se constará de preguntas en la cuales se les menciona los beneficios del suero dulce lácteo, en cuanto a los nutrientes que presenta y así mismo poder determinar si la población está dispuesta a consumirlo.
4. Para formular la pregunta del producto a base de suero lácteo preferido por la población para ser elaborado, se realizó una investigación visual de los ingredientes de productos comercializados en supermercados y de los productos que contenía suero lácteo, a partir de esto se seleccionó cuatro de ellos.
5. La encuesta se realizará verbalmente a las personas, con el fin de que se han los encuestados los que proporcionen la información en cuanto a las aplicaciones del suero dulce lácteo, ya que la encuesta esta formulada de tal forma que si el encuestado tiene conocimientos de las aplicaciones,

se desglosa una serie de opciones a manera de cubrir las posibles respuestas, para hacer más fácil la tabulación.

6. Esquema de la encuesta utilizada para identificar el conocimiento que tiene la población acerca del suero lácteo (Ver Anexo A13<sup>18</sup>).

### **7.3 Obtención de la proteína de suero dulce**

Para poder llevar a cabo la obtención de la proteína se tomará como referencia un proceso de simulación de ultrafiltración, en el cual se considerarán algunos parámetros del proceso descritos a continuación. Esta simulación será mostrada en una distribución en planta de una empresa que fabrica queso fresco con el objetivo de visualizar de una mejor manera el proceso de obtención de proteína.

#### **7.3.1 Materiales y métodos para el proceso de UF**

##### **7.3.1.1 Materia prima**

En el capítulo de resultados esta sección se llenará con información de la materia prima a utilizar en el proceso de ultrafiltración, para el caso el suero dulce lácteo, con las características más relevantes de esta, como son el origen de donde proviene (tipo de queso), PH y temperatura de almacenamiento.

##### **7.3.1.2 Equipo e instrumentos**

Sección que incluirá, en el capítulo de resultados, un listado del equipo necesario y requerido para realizar la simulación del proceso de UF, con sus características más importantes: tipo de membrana, tamaño del poro y espesor; sistema de filtrado a utilizar con sus partes entre otros datos relevantes.

##### **7.3.1.3 Procesamiento de materia prima**

Etapa donde se incluirá: la descripción del proceso de obtención de proteína, incluyendo una herramienta grafica para una mejor visualización de este, además se incluirá el flujo de proceso como el balance de materiales de dicho proceso. Esta sección es importante mencionar que se determinará los parámetros más relevantes en la corrida, como: el tiempo total del proceso, presión, la temperatura y el

---

<sup>18</sup> Encuesta para identificar el conocimiento de suero lacteo por la poblacion

peso del suero lácteo que alimentará el sistema, el permeado y concentrado, para la toma de estos datos se utilizara una hoja de registro de datos mostrada en el anexo A14<sup>19</sup>.

#### **7.3.1.4 Caracterización físico – química de las muestras obtenidas del proceso de ultrafiltrado**

Este apartado incluirá una serie de pasos para la obtención de las muestras tanto del suero lácteo dulce que alimenta el sistema, el concentrado retenido en la membrana y el permeado que logra atravesar la membrana, igualmente se mostrará los resultados de la caracterización físico-química de las muestras que serán enviados a un laboratorio especializado en cargado de estos análisis.

### **7.4 Elaboración del producto alimenticio seleccionado, a partir de la proteína obtenida del suero dulce lácteo**

#### **7.4.1 Formulación del producto alimenticio seleccionado**

Para llevar a cabo la formulación del producto alimenticio, se utilizará información de estudios anteriores relacionados al producto alimenticio a elaborar, la finalidad es encontrar características del alimento, que se asemejen a las preferencias de la población salvadoreña, la cual se analizará y se adaptará a los gustos de la población, teniendo en cuenta la tecnología a utilizar para llevarlo a cabo.

Se realizaran diferentes pruebas hasta obtener una fórmula que se ajuste a las necesidades del producto alimenticio buscado, pero también se tomarán en cuenta las principales características organolépticas, tales como:

#### **A) Aroma:**

Para determinar esta característica organoléptica del producto se basara en los siguientes dos aspectos:

- ✓ Medianamente aromático
- ✓ Agradable, para estimular el gusto

#### **B) Color:**

El color que presente el producto se determinara de la siguiente manera:

---

<sup>19</sup> Hoja base para el registro de datos del proceso de Ultrafiltración

- ✓ Medianamente fuerte. Significa que no sea muy pálido, pero que tampoco contenga mucho colorante.
- ✓ Puede depender también del uso de frutas naturales, o de acuerdo a la esencia que se llegue a utilizar, como de otros factores

### **C) Sabor**

Esta característica organoléptica se determinara considerado los aspectos siguientes:

- ✓ Agradable
- ✓ Aceptable

### **D) Consistencia:**

Finalmente la consistencia del producto se determinara teniendo en cuenta el siguiente consideración:

- ✓ Buena consistencia, para agradar al paladar

## **7.4.2 Materiales y métodos para elaborar el producto alimenticio seleccionado**

### **7.4.2.1 Materia prima**

En ésta parte se colocará la materia prima a utilizar para elaborar el producto alimenticio, describiendo brevemente la función que realizan en el proceso.

### **7.4.2.2 Equipo e instrumentos**

Se describirá todo el equipo necesario para llevar a cabo la elaboración de la formulación seleccionada.

### **7.4.3 Procesamiento de materia prima**

Se llevará a cabo la elaboración del prototipo del producto alimenticio seleccionado, en el cual para el análisis de dicha elaboración se utilizará la herramienta como el diagrama de flujo y de proceso de la elaboración de la bebida, el balance de materiales, en la cual, como se mencionó anteriormente, se resumen las entradas y salidas, pero también se analiza lo que pasa en el interior del proceso, el balance de materiales nos permitirá de acuerdo a Medellín (2,001) a:

- a) Definir las sustancias que se manejarán.

- b) Cuantificar las sustancias a utilizar.
- c) Definir las transformaciones que sufren esas sustancias.
- d) Definir el proceso claramente una vez que se han usado.

El diagrama de proceso será la forma de representar gráficamente los sucesos que ocurren durante la serie de acciones u operaciones, para que puedan visualizarse y analizarse fácilmente. “Un gráfico de proceso clasifica las actividades que ocurren durante un proceso en cinco fases: operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos. Específicamente los de flujo representan el flujo de producción de una unidad productiva” (Marsán, 1987).

Se utilizará esta herramienta para facilitar la interpretación del proceso del producto alimenticio, es una forma más fácil de poder observar los pasos que se llevan a cabo para realizar un producto, y también es una herramienta que permite visualizar fallas en el proceso. El diagrama de proceso junto a la descripción de entradas y salidas de materiales, muestra un panorama a cerca de todas las operaciones involucradas, de los insumos que se necesitan y los resultados que se obtienen; también se puede analizar el desperdicio que resulta de cada operación por medio de las salidas del proceso y poder hacer una análisis de óptimos de las operaciones.

### **7.5 Aceptación del producto alimenticio seleccionado.**

En ésta parte se evaluarán las propiedades organolépticas que se tendrán en cuenta al elaborar el producto alimenticio seleccionado, como el sabor, color, aroma y consistencia, ya que estas permiten determinar el efecto sobre su consumo.

Para determinar la aceptación del producto alimenticio formulado en el mercado salvadoreño, se considera una evaluación de degustación, que permita controlar la calidad desde el punto de vista organoléptico y predecir la aceptabilidad que tendrá el producto a nivel de consumidor.

Se realizará una encuesta breve de degustación, la cual ayudará a determinar el grado de aceptación (ver Anexo A15<sup>20</sup>), éstas se llevarán a cabo en la población definida anteriormente en la “Encuesta para

---

<sup>20</sup> Encuesta para evaluar la aceptación de la bebida funcional

identificar el conocimiento de suero lácteo por la población”, es decir, en la Zona de San Salvador, con la diferencia que solo se evaluará los alrededores de la Ave. Juan Pablo II.

## **7.6 Viabilidad y factibilidad del producto alimenticio seleccionado**

“La factibilidad y viabilidad constituyen los elementos fundamentales para decidir sobre la implementación de la propuesta” (Bustos, 2,006). Se desarrollarán con la finalidad de estimar los recursos necesarios, los costos generados, los beneficios y ahorros que con llevan el proceso de implementación.

### **7.6.1 Factibilidad Económica**

La factibilidad económica de la propuesta de la utilización del suero lácteo se determinará a través de las variables económicas en las cuales se incluyen el monto de la inversión, y el periodo simple de retorno. Para ello se partirá de un supuesto de acuerdo a la cantidad de suero lácteo procesado por la maquinaria de ultrafiltrado, para ello será necesaria la información proporcionada por el proveedor, a partir de ello se podrá determinar la cantidad de producto generado conforme al concentrado de suero lácteo y así determinar el monto total de la inversión, generando así una evaluación tanto técnico como económica en los resultados del presente ítem. Los costos operativos igualmente se partirán de supuestos que se establecerán en el transcurso del capítulo de resultados.

Se calcularán los beneficios económicos generados por la implantación de la propuesta, la reducción de la descarga contaminante y los ahorros que esto puedan generar, la reducción de posibles multas ambientales podrán se parte de la forma como se determinará el beneficio que puede acarrear la propuesta. A partir de la inversión, costos anuales y los beneficios generados por la propuesta se podrá obtener el periodo simple de retorno de la inversión, así como se muestra en la siguiente ecuación [14]:

$$\text{Periodo Simple de retorno} = \frac{\text{Inversión} - \text{Costos anuales}}{\text{Ganancias} + \text{Ahorros}} \quad [14]$$

### **7.6.2 Factibilidad Ambiental**

Para determinar la factibilidad ambiental de la recuperación de proteína del suero dulce para elaborar un nuevo producto alimenticio, se evaluará la incidencia que este tiene al ambiente, a través de la disminución de la carga orgánica presente en los vertidos en función del contenido de DBO, DQO y la cantidad de proteína generada por la utilización de suero dulce lácteo. Para ello se partirá de la información técnica de la maquinaria para el caso de la aceptación de la propuesta y un supuesto si hubiera una cierta cantidad de suero lácteo reducido a nivel nacional.

## **CAPÍTULO 8: RESULTADOS**

### **8.1 Cuantificación del suero dulce lácteo generado por una empresa láctea**

#### **8.1.1 Descripción del proceso de elaboración de queso fresco**

El queso fresco, está dentro de la clasificación de los quesos frescos blandos, cuya elaboración consiste únicamente en cuajar y deshidratar la leche. Al contrario de otros quesos, a éstos no se le aplican técnicas de conservación adicionales, lo que conlleva un tiempo de duración muy corto. A continuación se presenta las etapas necesarias para la elaboración de dicho queso:

##### 1. Recibimiento de la leche

El proceso de elaboración de queso fresco, inicia con el recibimiento de la leche cruda que procede de fincas de los proveedores, la cual es colocada en recipientes.

##### 2. Filtrado de la leche

Posterior al proceso de recibimiento, la leche se vierte a un tanque de recepción donde se filtra para separar ciertas partículas que podrían estar presentes en la leche.

##### 3. Proceso de descremado o coagulación de la leche

Las plantas realizan el descremado o desnatado de la leche inmediatamente después del filtrado de la misma, para obtener crema y reducir los niveles de grasa de la leche. En seguida de este proceso, se realiza una pasteurización.

##### 4. Pasteurización de la leche

La pasteurización es un proceso térmico que elimina los gérmenes patógenos peligrosos para la salud humana y las enzimas que pueden causar la descomposición química de los productos, sin alterar el gusto o composición del producto.

##### 5. Corte de la cuajada

La leche ya pasteurizada, se vierte directo en los tanques mezcladores donde se coloca el coagulante líquido o en pastilla (cuajo), esta acción se lleva a cabo en un período de 10 a 30 minutos y entre 30 – 35°C.

## 6. Desuerado

Después de la coagulación se procede al corte de la cuajada, para facilitar la salida del suero el cual se extrae en su totalidad.

## 7. Proceso de agregado de sal

A continuación del desuerado se procede a añadirle la sal, que también contribuye a la preservación del queso y a su curación.

## 8. Moldeado

En seguida el queso se coloca en moldes según el tamaño deseado.

## 9. Embalaje y Almacenaje de cuajada

Finalmente el queso es embalado y almacenado en cámaras frías.

### **8.1.2 Diagrama de proceso de elaboración de queso fresco.**

A continuación se presenta la secuencia de operaciones involucradas en el proceso de elaboración de queso fresco utilizando una herramienta gráfica, cursograma analítico, que permite visualizar de una manera más detallada las operaciones realizadas en un proceso de elaboración de queso fresco.

**B) Diagrama del proceso de elaboración de queso fresco (cursograma analítico)**

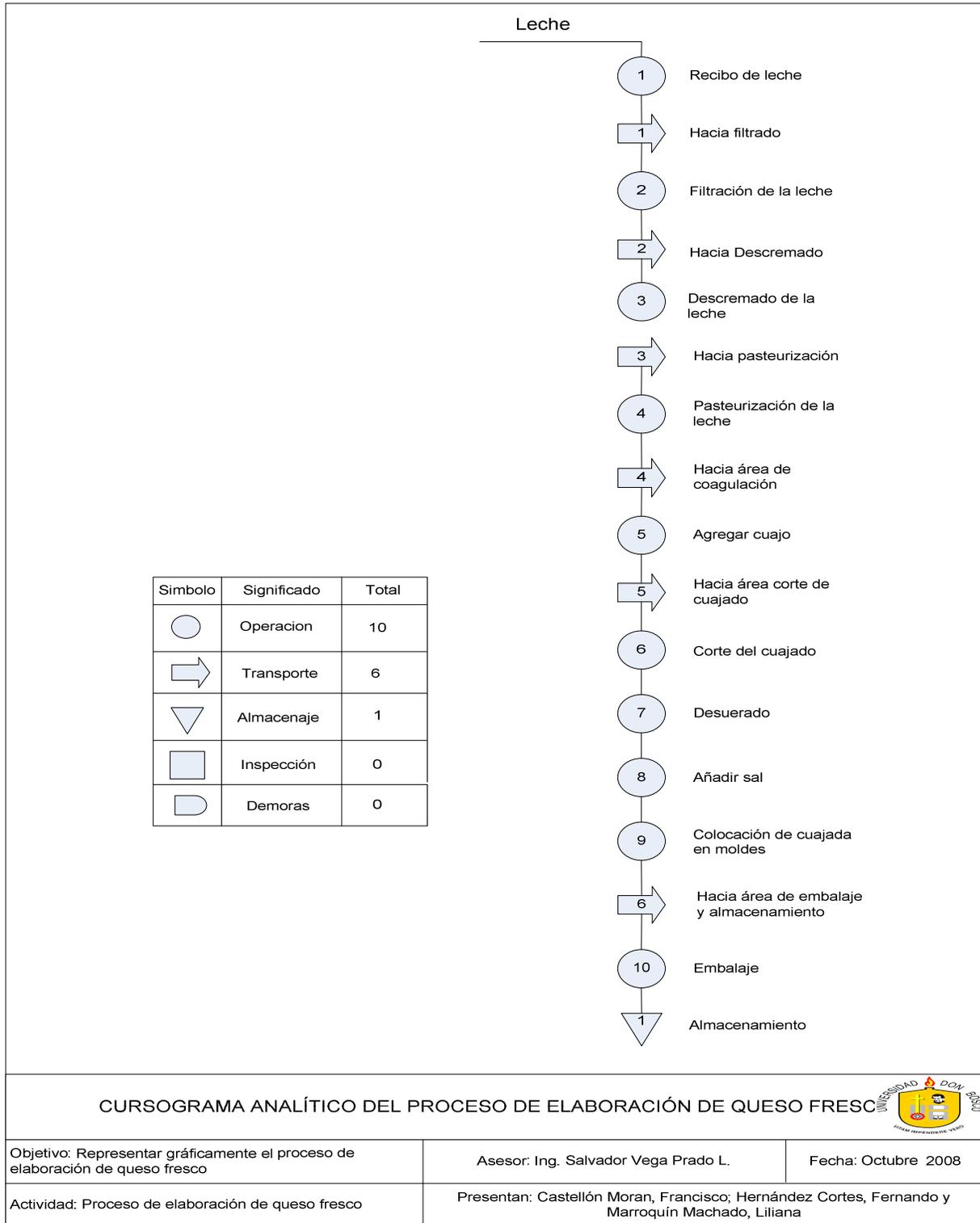
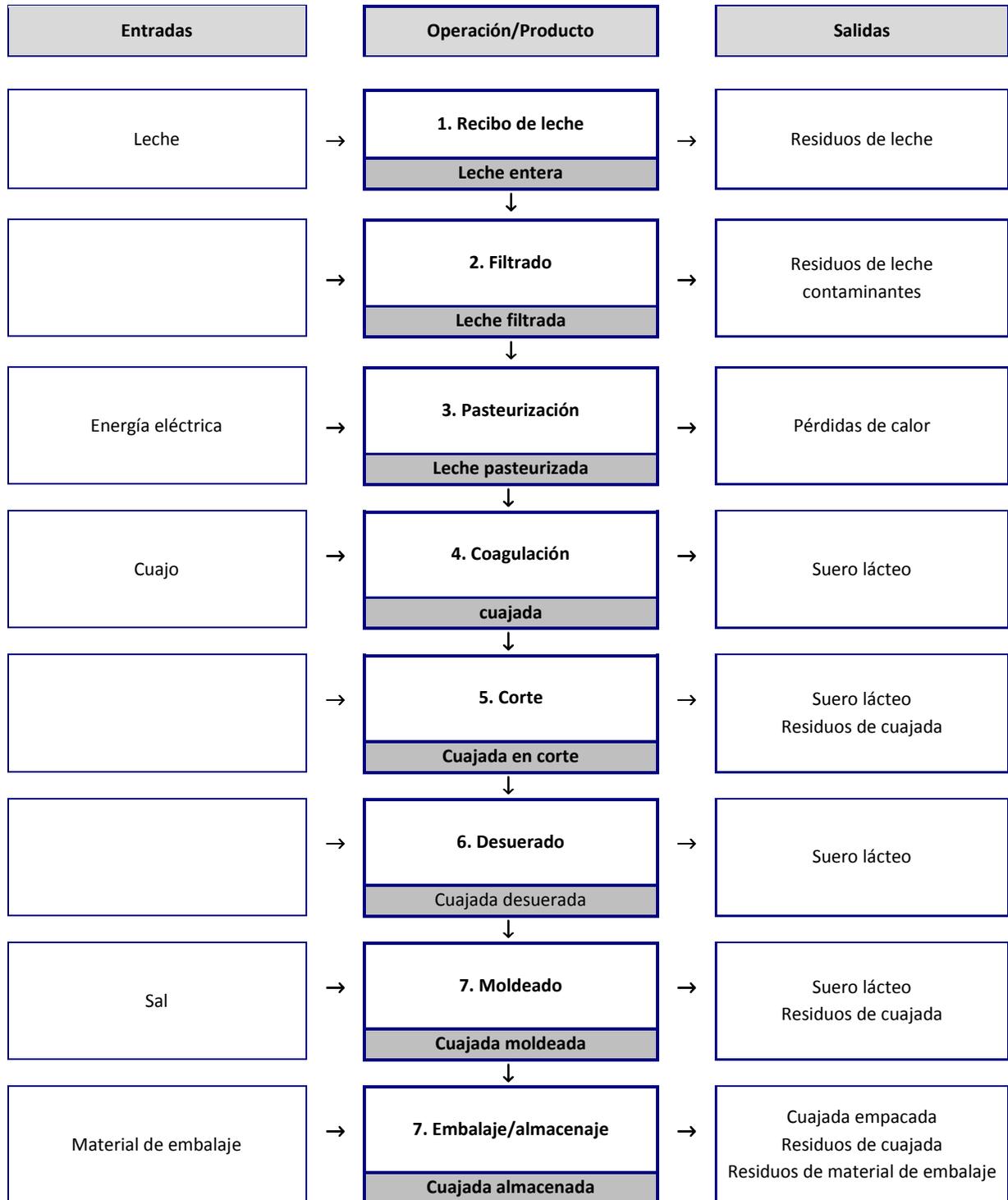


Figura 8. 1 Diagrama general del proceso de elaboración de queso fresco

### 8.1.3 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso fresco

A continuación se presenta el diagrama general del proceso de queso fresco.

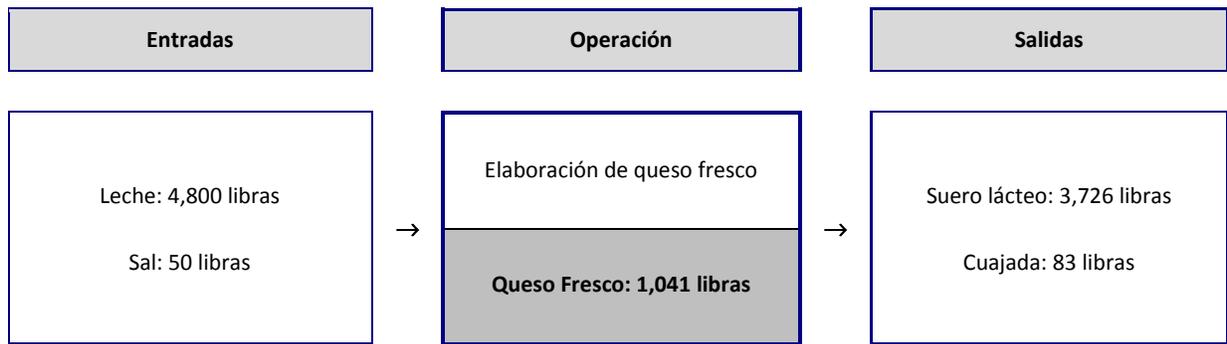
Figura 8. 2 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso fresco



### 8.1.4 Balance de materiales del proceso de elaboración de queso fresco

A continuación se presenta el balance de materiales de la elaboración de queso fresco de una manera general, debido a que por políticas de la empresa la información proporcionada fue limitada. En dicho diagrama se muestra como salida la cantidad de suero lácteo dulce generado. Cabe mencionar que para la empresa modelo el cuajo es insignificante en el proceso de elaboración de queso fresco por tanto no se consideró. El balance de materiales es por batch (lote) de 3,000 botellas.

Figura 8. 3 Balance de materiales general del proceso de elaboración de queso fresco



Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por empresa modelo

### 8.1.5 Suero lácteo dulce generado por una empresas láctea anualmente

Para determinar la cantidad de suero lácteo generado anualmente se partió del balance de materiales expuesto anteriormente y de la cantidad de batch al día de procesamiento de queso fresco realizado por la empresa, para este caso tres batch al día.

Se consideró que la cantidad de días laborales a la semana de la empresa es de seis días, con 52 semanas laborales al año. El anexo A16<sup>21</sup>, muestra en detalle la bitácora de cálculos para la obtención de suero lácteo generado por la empresa, el resultado de dichas operaciones se muestran en la tabla 7.4. la cual muestra que la cantidad de suero lácteo generado por la fabricación de queso fresco por la empresa anualmente es de 6,173TM, convirtiendo este valor a metros cúbicos se obtiene que se generan en un año: 6,173.36 metros cúbicos de suero lácteo.

<sup>21</sup> Bitácora de cálculos 1: Suero lácteo generado por la elaboración de queso fresco

Tabla 8. 1 Generación de suero lácteo dulce proveniente de la fabricación de queso fresco

Batch	Cantidad (litros)
Día	4,946.61
Semana	29,679.63
Mensual	118,718.52
Anual	6,173,326.89

Elaboración propia

## 8.2 Selección del producto que se elaborará con proteína de suero dulce

### 8.2.1 Tamaño de la muestra

Para obtener la muestra se utilizó la fórmula de poblaciones finitas, ecuación 13, es decir, menos de 500 mil elementos, ya que la población seleccionada tiene 316,090 habitantes.

Muestra para poblaciones finitas (menos de 500 mil elementos)

Datos:

$N = 316,090$  hb.

$q = 50\%$  ( $100 - 50 = 50$ )

$\sigma = 95\%$

$e = 4\%$

$p = 50\%$  (estimada)

$n = ?$

$$n = \frac{(0.95)^2(316,090)(0.50)(0.50)}{(0.04)^2(316,090 - 1) + (0.95)^2(0.50)(0.50)}$$

$$n = 140.95 \approx 141$$

La muestra “n” determina la cantidad de personas a encuestar de la población total de San Salvador, en los sectores que se delimitaron anteriormente. De los 316,090 habitantes en San Salvador, la cantidad de personas a encuestar es de 141.

### 8.2.2 Recolección y análisis de los datos

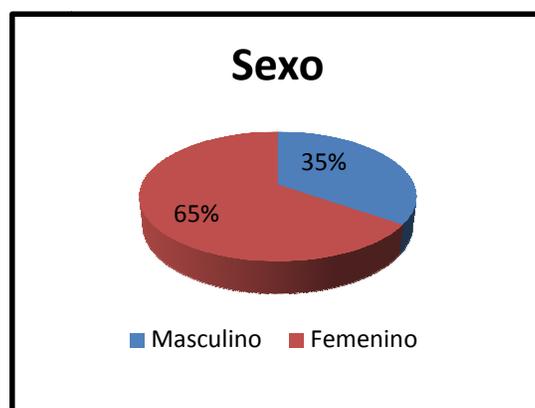
Para seleccionar el producto que se elaborará, se realizaron 141 encuestas, dentro del Área del Municipio de San Salvador, el sondeo se llevo a cabo los dos últimos días del mes de Julio y los dos primeros del mes de Agosto del año 2,008.

A los Encuestados se les realizó una serie de preguntas enmarcadas en el conocimiento del suero dulce lácteo y su disposición de la compra de un producto a base de este derivado lácteo.

A continuación se figuran los resultados y el análisis de datos de las encuestas realizadas, el anexoA17<sup>22</sup> muestra en detalle la tabulación de la información obtenida en las encuestas.

#### Pregunta 1

Figura 8. 4 Sexo de los encuestados



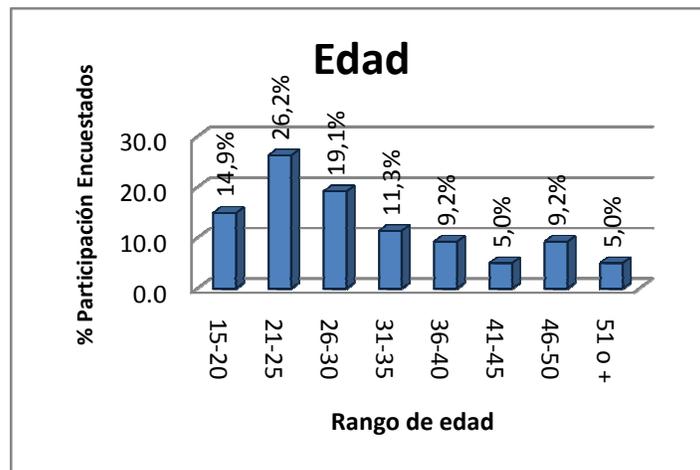
De acuerdo a la figura 8.4, del total de encuestados el 65% fue de sexo femenino, siendo ellas poseedoras de un mayor disponibilidad de tiempo para responder las preguntas, el 35% restante fue de sexo masculino.

---

<sup>22</sup> Tabulación de encuesta para identificar el conocimiento del suero lácteo por la población

## Pregunta 2

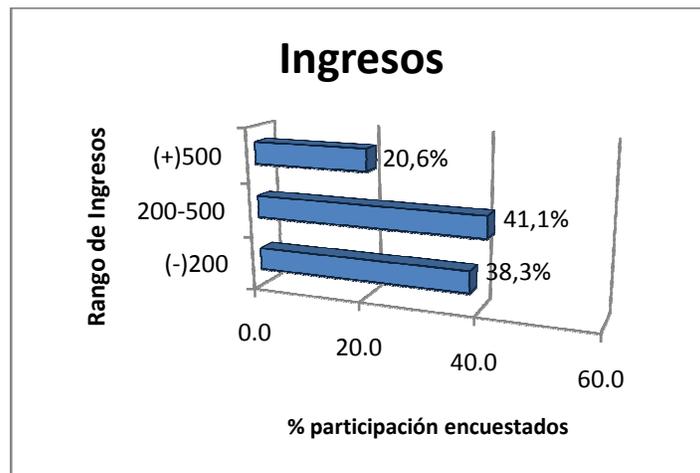
Figura 8. 5 Rango de edad de los encuestados (en %)



Así como lo muestra la figura 8.5, el rango de la edad de los encuestados osciló entre 15 años hasta los 51 o más. Siendo el rango entre los 21 a 25 años el más representativo con 26.2% del total de encuestados, seguido del rango entre 26 y 30 años.

## Pregunta 3

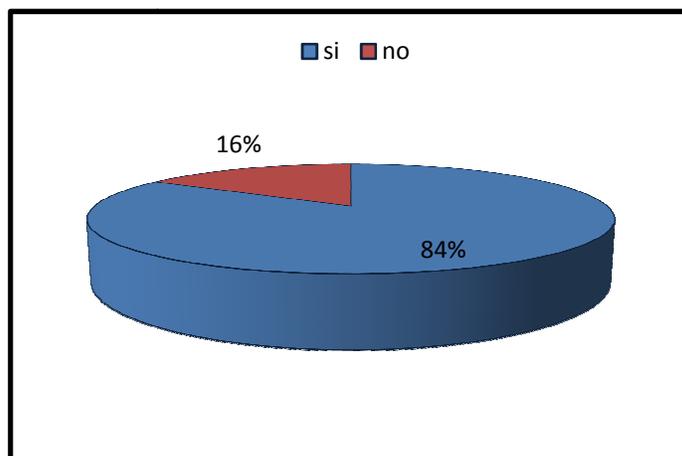
Figura 8. 6 Ingresos de los encuestados (en %)



El rango de los ingresos de los encuestados, ver figura 8.6, osciló entre menos de 200 USD hasta más de 500 USD siendo el más representativo el rango entre 200 a 500 USD con una participación del 41.10%, seguido de las personas con ingresos menores a los de 200 USD con 38.3% del total de encuestados.

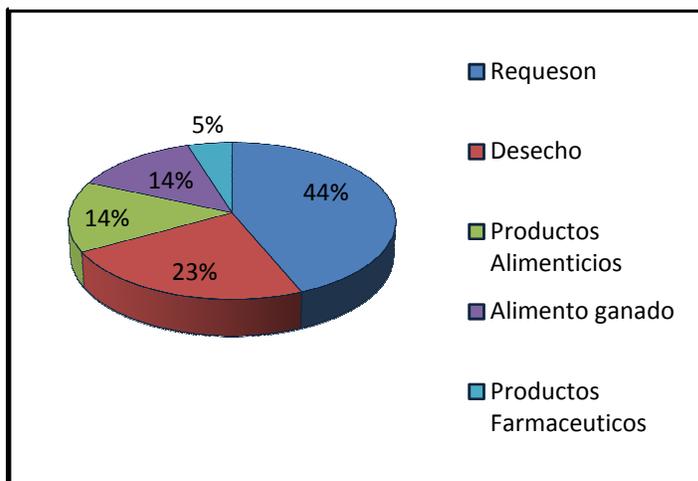
#### 4. ¿Conoce el suero o suero lácteo que es derivado de la fabricación de queso?

Figura 8. 7 Conocimiento del suero lácteo por la población encuestada



Su respuesta fue "Si", el suero lácteo es utilizado:

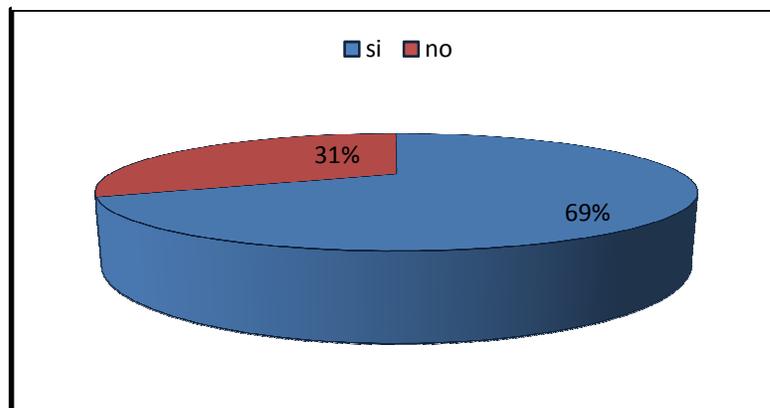
Figura 8. 8 Que conoce del suero lácteo



Para la gráfica de las preguntas con respuestas múltiples se analizó cada una de las opciones que los encuestados seleccionaron, es decir, de los 141 encuestados, sólo 118 dijeron que conocían el suero lácteo (ver figura 8.7). Del 83 % de la población que conocían se les preguntó que aplicaciones tenía el suero lácteo en el país; unas personas respondieron más de una opción, en la cual se analizó que del total de las respuestas, solo el 43% dijo que se utiliza para requesón, siendo ésta la opción con más porcentaje; la de menor porcentaje es la opción que el suero lácteo tiene disposición como desecho, de los 118 encuestados el 5% dijo que era para desecho.

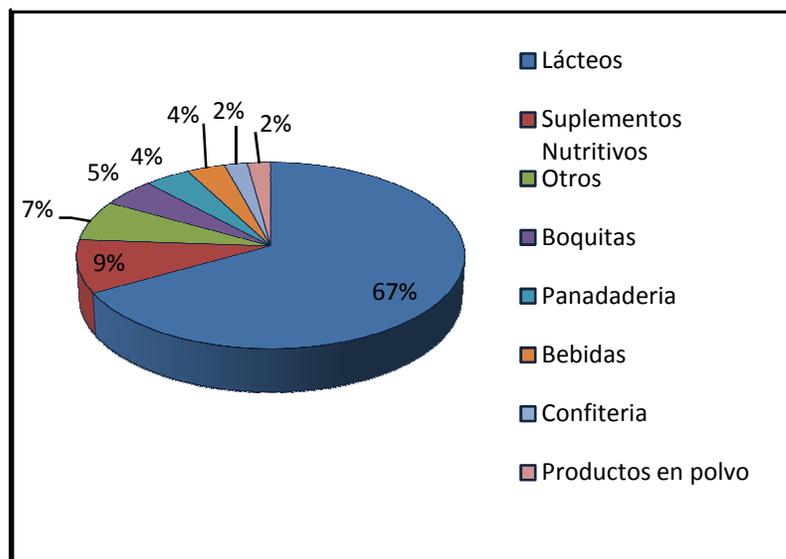
**5. ¿Es sabedor usted qué el suero dulce lácteo es utilizado para la fabricación de productos alimenticios?**

Figura 8. 9 Conocimiento del suero lácteo para la elaboración de productos



**Su respuesta fue “Si”, que productos alimenticios conoce:**

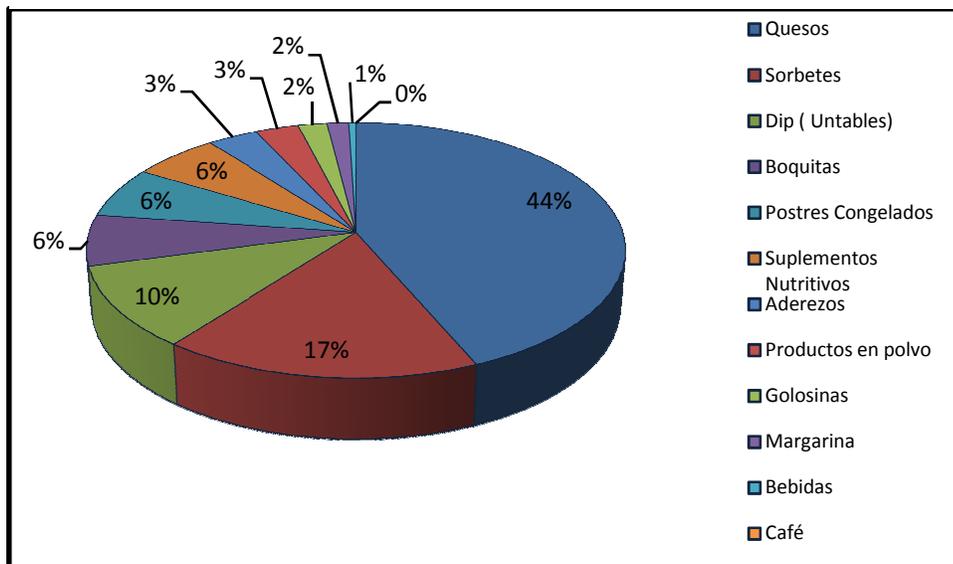
Figura 8. 10 Productos que contiene suero lácteo según la población encuestada



De acuerdo a la figura 8.10 el número de encuestados que saben que el suero dulce lácteo es para fabricación de productos alimenticios, es de 97, el resto dijo que no sabía. De los 97 encuestados, tal como lo muestra la figura 8.10 el 67% sabía que se utilizaba para lácteos, y solo el 2% conocía que es utilizado para elaborar productos en polvo.

**6. De los siguientes productos alimenticios que contienen suero dulce lácteo, alguna vez usted ha consumido:**

Figura 8. 11 Productos que contiene suero lácteo consumido por la población encuestada



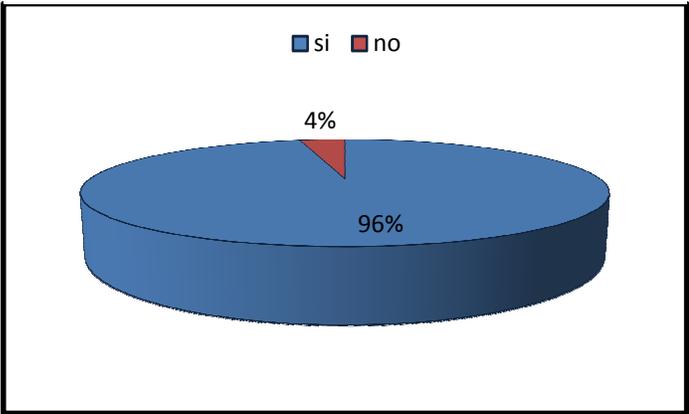
De las 97 personas que dijeron que si conocían que el suero lácteo era utilizado para elaboración de productos alimenticios, se les preguntó qué productos alguna vez habían consumido.

En la figura 8.11 se muestra el porcentaje de cada uno de los productos que la población ha consumido, sabiendo que contienen suero lácteo. El queso con un 45% es el producto alimenticio más conocido y consumido por la población, el 18% opinó que algunos de los sorbetes tienen suero lácteo y que se identifica de acuerdo al sabor y la textura, un 10% dijo haber consumido dips, a menor escala se encuentra la margarina con 1% lo cual tiene la relación que solo tres personas habían consumido dicho producto, la bebida y el café están con un 0% ya que las personas no han consumido productos de éste tipo que contengan suero lácteo.

Sin embargo hay muchas personas que han consumido estos productos que contienen suero lácteo, pero no se han percatado de leer los ingredientes que se utilizaron para elaborarlo, de acuerdo a las opiniones de los encuestados, algunos mencionaron que no sabían que habían otros productos alimentaciones aparte del queso, que utilizara suero lácteo.

**7. Sabía usted que el suero lácteo es el alimento ideal para quienes desean estar bien alimentados ya que contiene alrededor del 50 % de los nutrientes de la leche original. Sabedor de esto ¿estaría usted dispuesto a consumir productos que contengan suero dulce lácteo?**

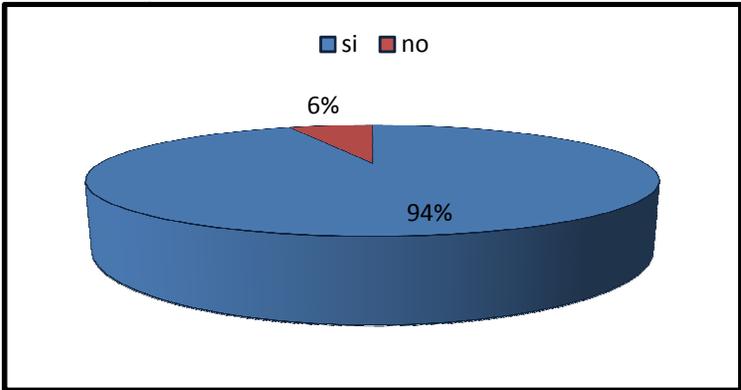
Figura 8. 12 Encuestados dispuestos a consumir productos elaborados a base de suero lácteo



De los encuestados y de acuerdo a la figura 8.12, 136 personas opinaron que si estarían dispuestos a consumir productos que contengan suero dulce lácteo, algunos mencionaron que si presenta beneficios para la salud humana, no hay ningún problema en consumirlo; y el resto opinó que no consumiría esos productos por que no le agradaba la apariencia del suero lácteo.

**8. ¿Consumiría productos elaborados a partir de suero lácteo si éstos fueran elaborados por empresas nacionales?**

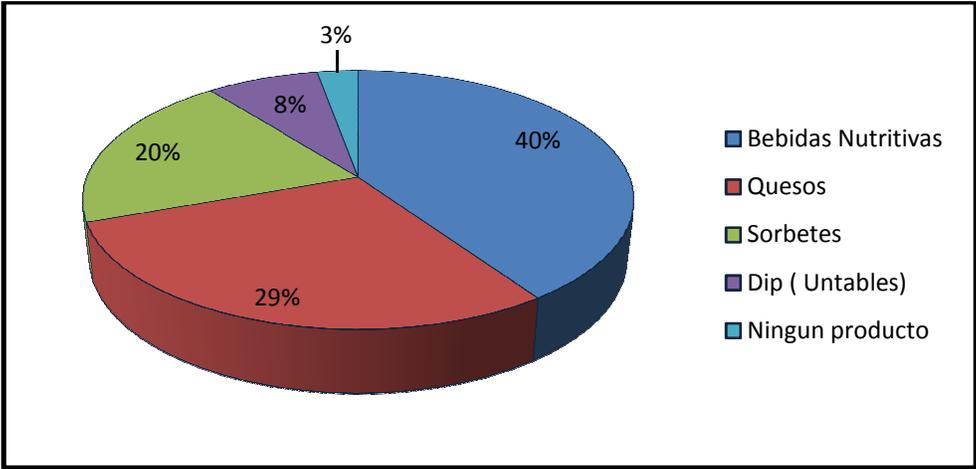
Figura 8. 13 Encuestados Dispuestos a consumir productos elaborados a base de suero lácteo, fabricado por empresas nacionales



De los 136 encuestados que contestaron si a la pregunta 7, se les preguntó si estarían dispuestos a consumir el producto si este fuera elaborado por empresas nacionales, del total de encuestados, ver figura 8.13, el 94% dijeron que no había ningún problema que el producto se elaborará por empresas nacionales, la mayoría comentó que era muy positivo ya que se debe apoyar al desarrollo nacional, que por ende beneficiará al desarrollo social; por el contrario cuatro personas opinaron que no confiaban en el proceso productivo de las empresas nacionales, que es mejor que lo hicieran en otro país.

**9. Las proteínas del suero son superiores que la mayoría de las proteínas de otros alimentos en términos de valor nutritivo. Conociendo esto de los siguientes productos que se elaboran con suero dulce, cual preferiría o consumiría con mayor frecuencia:**

Figura 8. 14 Productos que contiene suero lácteo preferidos por la población



De acuerdo a las respuesta de los 141 encuestados mostrados en la figura 8.14, la población prefiere consumir una bebida nutritiva, según las opiniones dijeron que es más fácil que los niños lo ingieran, además es más fácil aprovechar los nutrientes que posee el suero dulce lácteo. Un 29% mencionó que es más atrayente consumirlo por medio de quesos y un 20% opinó que el sorbete es un producto que a los niños les es más atractivo consumirlo. Sin embargo la bebida pareció más interesante debido a las características que presenta el suero lácteo y es más fácil que todas las personas lo puedan consumir.

### **8.3 Obtención de la proteína de suero dulce**

Como se mencionó anteriormente la proteína del suero dulce derivado de la fabricación de queso fresco, se obtendrá a partir de una de las técnicas de membrana, dicha técnica es el sistema de ultrafiltración (UF), el anexo A18<sup>23</sup> muestra una distribución en planta donde se visualiza el proceso de UF en una empresa de fabricación de queso.

#### **8.3.1 Materiales y métodos para el proceso de UF**

##### **8.3.1.1 Materia prima**

Para cada una de las corridas que se realizaron en el proceso de UF, se utilizó suero lácteo dulce proveniente de la fabricación de queso fresco de la empresa estudio; el cual fue recogido posteriormente al proceso de fabricación de queso fresco, este se mantuvo para preservarlo fresco a temperatura promedio de 7 °C, el suero presentó un pH del 6.15.

##### **8.3.1.2 Equipos e instrumentos para realizar la simulación del proceso de Ultrafiltrado**

- ✓ Membrana: Nylaflo™ (Nylon membrane filter) de 0.2µm y 47mm de espesor. Fabricante: Pall Corporation. (Ver Anexo A19<sup>24</sup>)
- ✓ Sistema de Filtrado al vacío (Vacuum system), Marca Sartorius , incluye:
  - Embudo de alimentación con tapa (Steel funnel with lid)
  - Pinza de acero (Stainless steel tweezers)
  - Soporte de filtrado de acero (Stainless steel pre filter attachment)
  - Kitasato (Suction flasks)
- ✓ Bomba al vacío operada manualmente, capacidad máxima de 76 CmHg
- ✓ Centrifugadora
- ✓ Papel filtro de Ø de 15cm
- ✓ Balanza analítica digital. Marca Sartorius
- ✓ Beaker de 200ml

---

<sup>23</sup> Distribución en planta de una empresa láctea utilizando el sistema de UF

<sup>24</sup> Hoja técnica membrana

- ✓ Termómetro (°C)
- ✓ Cronometro

### 8.3.2 Procesamiento de Suero lácteo dulce por medio del proceso de ultrafiltración

Para llevar a cabo el procesamiento de suero lácteo dulce a través de un sistema de ultrafiltración se realizaron una serie de pruebas previas (ver anexo A20<sup>25</sup>) para determinar la mejor manera de llevar a cabo el procesamiento de éste. Como consecuencia, la tabla 8.2 resume los resultados promedios de las cinco metodologías utilizadas en cada una de las pruebas realizadas y que ayudaron a seleccionar el procedimiento a seguir para realizar el proceso de ultrafiltrado del suero lácteo.

Tabla 8. 2 Resumen de resultados de pruebas previas del proceso de UF

Procedimiento Ítem	Sin tratamiento	C/tratamiento: Prefiltrado	C/tratamiento: Centrifugado	C/tratamiento: Prefiltrado y Centrifugado	Como permeado
Suero lácteo utilizado (g)	17.984	21.678	15.504	17.725	25.940
Permeado real (g)	17.748	21.448	14.942	17.509	21.321
Concentrado (g)	0.236	0.231	0.276	0.216	0.304
Concentrado seco (g)	0.062	0.053	0.067	0.046	0.062
Tiempo de proceso (min)	134	86	120	64	40

Fuente: Elaboración propia

Los datos mostrados en la tabla 8.2, demuestran que la metodología con ambos tratamientos previos, prefiltrado y centrifugado, provocan que el proceso de UF posea un menor tiempo de proceso, esto sin tomar el último tratamiento. La metodología de utilizar como alimento el suero lácteo dulce permeado de procesos anteriores, puede ser útil para aumentar la concentración del retenido dado que se estaría realizando una recirculación del proceso.

Adicionalmente de poseer un tiempo de proceso más corto, la metodología, de ambos tratamientos, posee un retenido considerado pero menor que las otras metodologías, esto podría

<sup>25</sup> Resultado de pruebas previas del proceso de ultrafiltración

deberse a que en la primer metodología, suero lácteo sin tratamiento, se mantiene los sólidos del proceso anterior de elaboración de queso, mientras que la segunda mantiene las grasas de la leche.

De acuerdo a estas consideraciones se decidió tomar en cuenta la metodología de ambas tratamientos para mejorar la eficiencia del sistema de UF. A continuación se presenta el procedimiento que se utilizó en la última prueba del proceso de UF.

#### **8.3.2.1 Descripción del proceso de Ultrafiltración**

##### **1. Recolección de suero lácteo dulce**

El primer paso previo al proceso de UF, es recolectar la materia prima, es decir, el suero lácteo dulce, este debe de recogerse en un recipiente en el instante que el proceso de elaboración de queso fresco haya finalizado.

##### **2. Determinación del pH del suero lácteo dulce con pH-metro**

Consecuentemente a la recolección, se debe de realizar una prueba para determinar el pH del mismo verificando que este esté entre los rangos establecidos de 6 a 6.6

##### **3. Almacenamiento del suero lácteo dulce**

El Suero dulce lácteo debe ser almacenado en un recipiente hermético, teniendo en cuenta de que se debe de mantener fresco a una temperatura entre los 7°C a 15 °C.

##### **4. Pesado de suero lácteo dulce**

Etapa donde el Suero lácteo es pesado con el fin de determinar el batch de entrada al proceso de pre tratamiento.

##### **5. Pre tratamiento: filtrado del suero lácteo dulce**

Posterior al pesado de materia prima se pasa a la etapa de filtrado del suero lácteo, esto con el fin de eliminar los sólidos que pudieron haber quedado de la fabricación de queso fresco, cabe destacar que de acuerdo a las pruebas previas se estableció que cada batch en el proceso de UF sería de 25ml de suero lácteo.

#### 6. Pesado de suero lácteo pre filtrado (determinación de entrada en la centrifugadora)

Finalizado el proceso de filtrado se prosigue a pesar el suero a la salida del proceso para determinar cuánto es el suero lácteo que entraría a la fase de centrifugación.

#### 7. Pre tratamiento: centrifugado por 15 minutos

En la fase de centrifugación, el suero lácteo se centrifuga por alrededor de 15 minutos, con el fin de separar las grasas de la leche que se encuentra en minúsculas gotas en el suero lácteo

#### 8. Remoción de precipitado del suero lácteo

Posterior al proceso de centrifugación se remueve la precipitación que queda en la parte superior del suero lácteo y se pesa, para poder determinar la remoción de grasa. Finalizado las dos fases previas se procede a ingresar el suero lácteo al equipo de UF.

#### 9. Proceso de ultrafiltrado

En el proceso de UF el suero lácteo dulce pasa a través de una membrana, de dicho proceso se obtiene un concentrado y un permeado. En este proceso se considera el tiempo de inicio y finalización del proceso para determinar la eficiencia del mismo, es importante tener en cuenta que el tiempo de finalización es hasta que todo el suero lácteo haya atravesado el sistema.

#### 10. Pesado de permeado y retenido

Luego se procede a realizar las mediciones de los pesos correspondientes, tanto del permeado como del retenido (concentrado). Para el caso del retenido este peso se debe de hacer en dos ocasiones: en seguida de la finalización del proceso de UF (peso húmedo) y peso seco.

#### 11. Limpieza del sistema de UF

Finalizado el proceso se procede hacer la limpieza del equipo utilizado.

### **8.3.2.2 Diagrama de de proceso de Ultrafiltración**

A continuación se presenta la secuencia de operaciones involucradas en el sistema de ultrafiltración utilizando una herramienta grafica, cursograma analítico, que permite visualizar de una manera más detallada las operaciones realizadas a través de todo el sistema de ultrafiltración.

## B) Diagrama del proceso de Ultrafiltración (cursograma analítico)

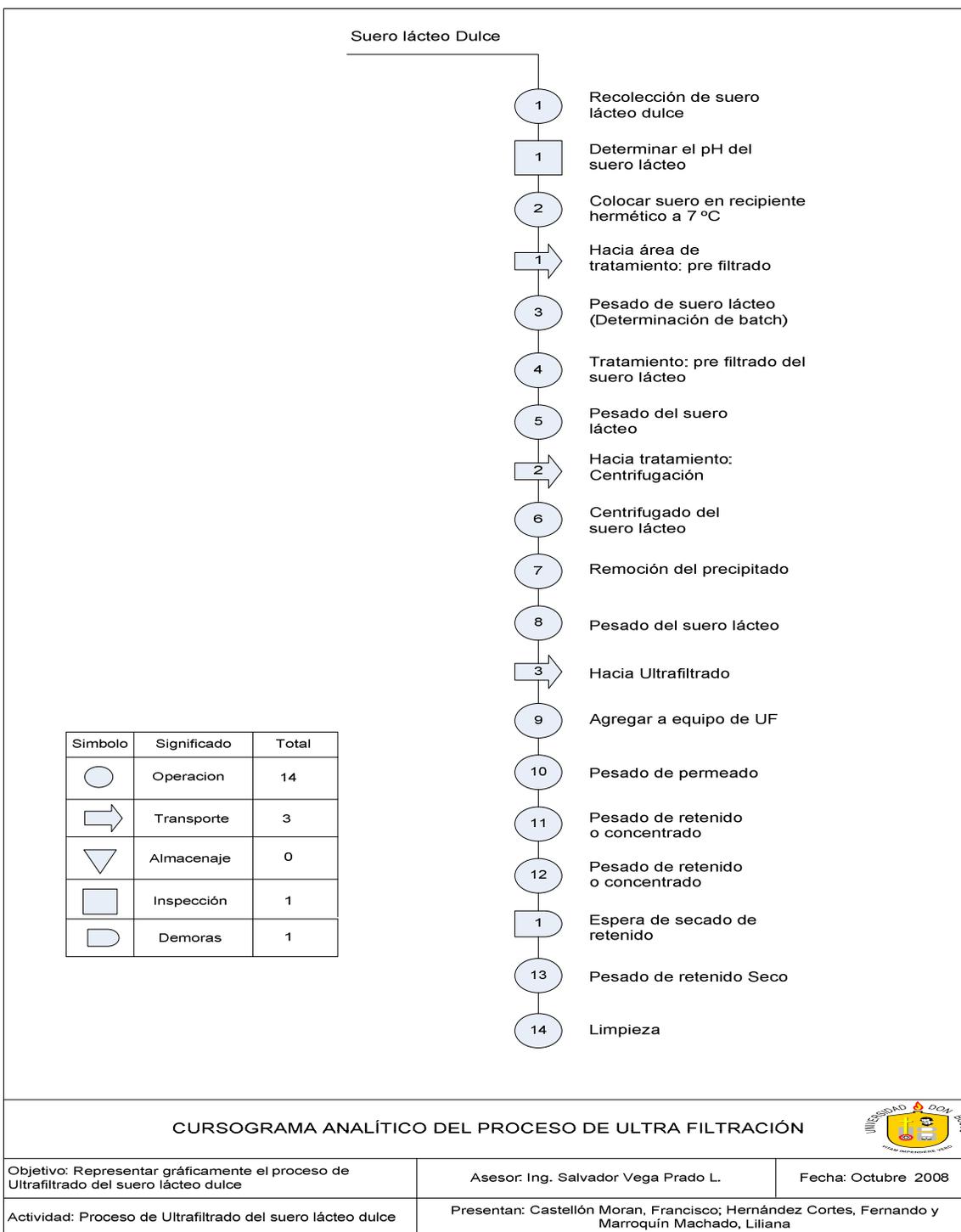
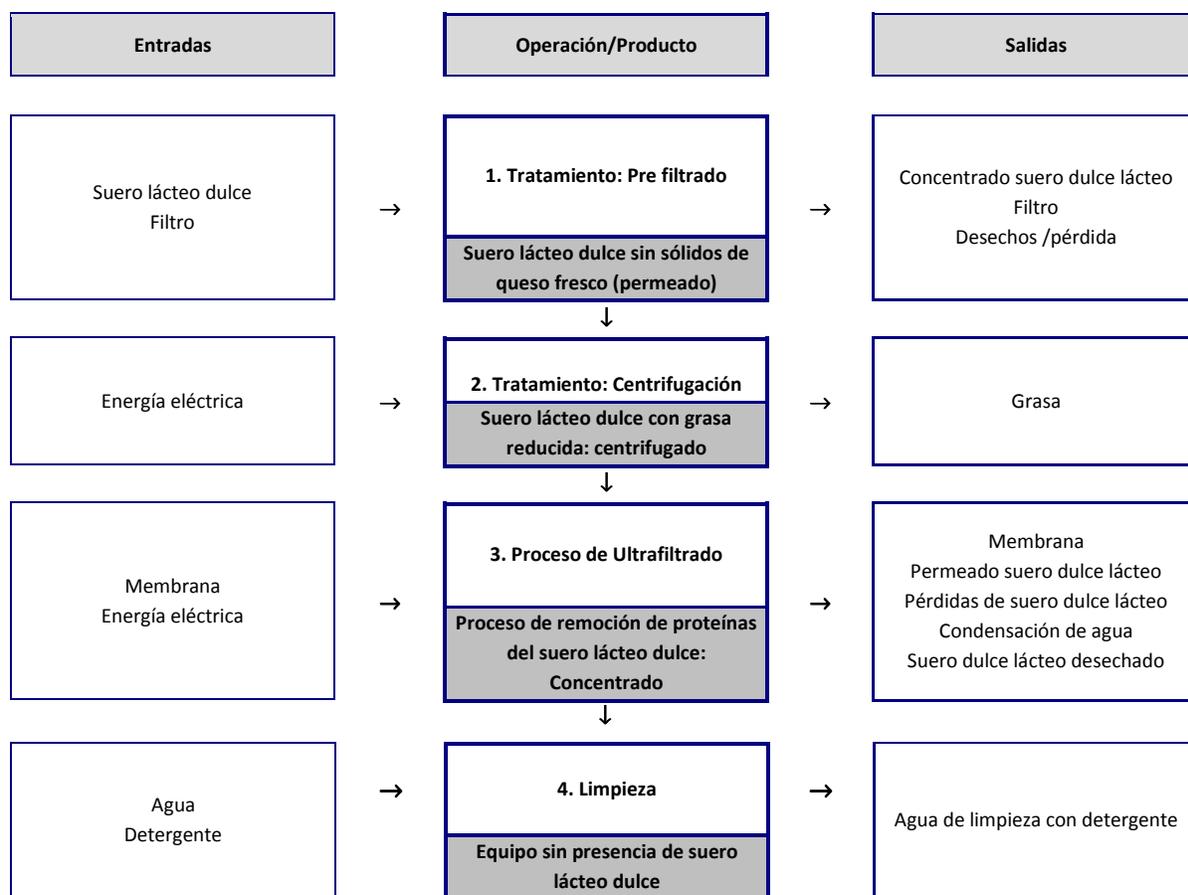


Figura 8. 15 Diagrama del proceso de UF

### 8.3.2.3 Diagrama de flujo del proceso de Ultrafiltración

A continuación en la figura 8.16 se presenta el diagrama de flujo del proceso de UF en el cual se muestran las 4 operaciones básicas realizadas, así como las entradas al sistema y a cada una de las operaciones y sus respectivas salidas.

Figura 8. 16 Diagrama de flujo de proceso de UF.



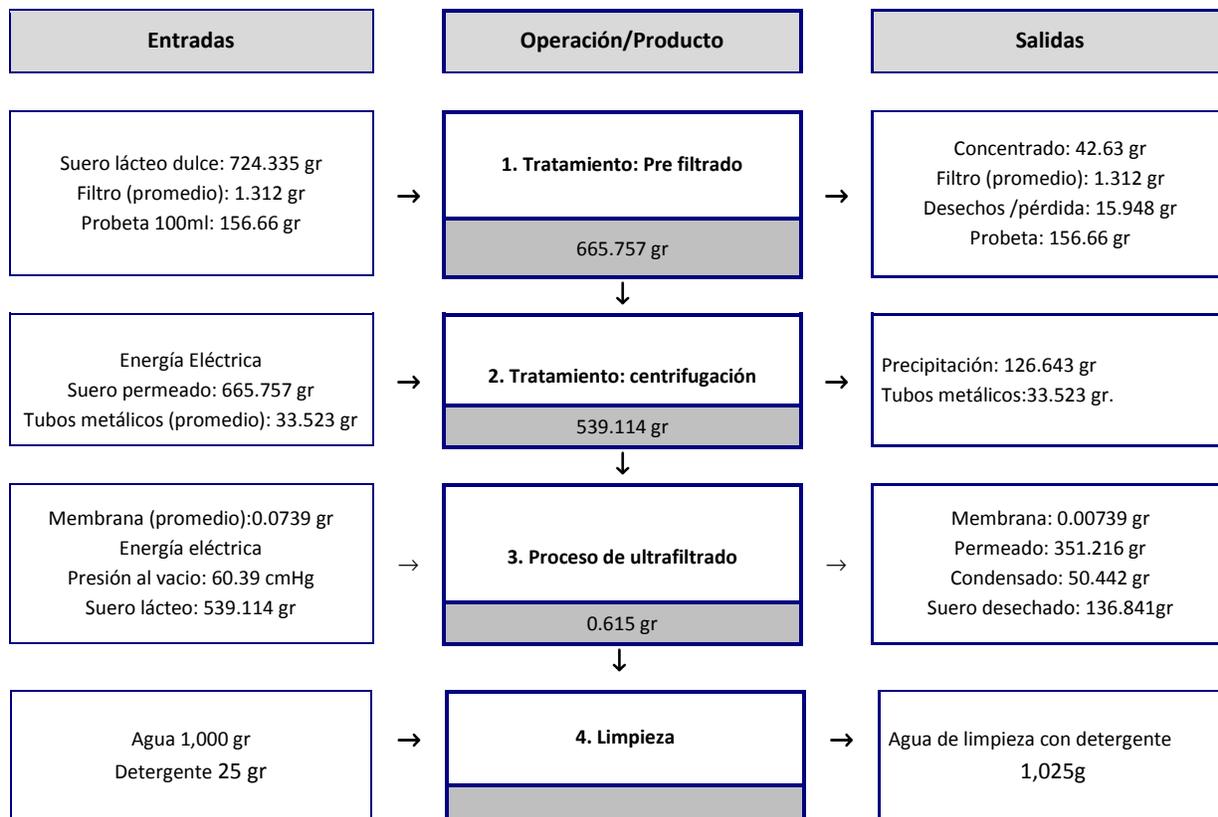
Fuente: Elaboración propia

### 8.3.2.4 Balance de materiales del proceso de ultrafiltración

El siguiente balance de materiales, figura 8.17, presenta en resumen las 23 corridas realizadas en el sistema de ultrafiltrado. Al finalizar el proceso se recogieron muestras, las cuales posteriormente fueron llevadas a un laboratorio especializado para determinar tanto la cantidad de proteína dentro del concentrado, como la humedad, la grasa, la ceniza, la fibra, los

carbohidratos y los sólidos totales para el suero lácteo dulce que alimenta el sistema como el del permeado.

Figura 8. 17 Balance de materiales del proceso de UF



Fuente: Elaboración propia

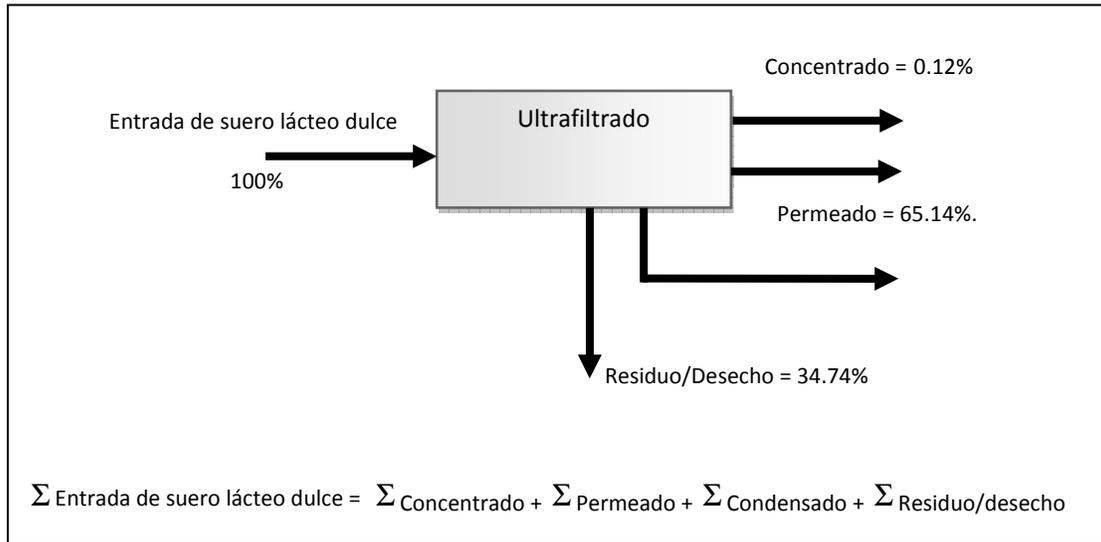
El balance de materiales anteriormente expuesto es el resultado de datos que se encuentran en la hoja de registro mostrados en el anexo A21<sup>26</sup>, el cual muestra las 23 corridas realizadas del proceso de ultrafiltrado de suero lácteo dulce.

En el proceso de ultrafiltrado, la entrada de suero lácteo dulce en el proceso fue de 539.114 gramos, las membranas utilizadas en cada una de las corridas poseía un peso promedio de 0.074 gramos, igualmente la presión al vacío promedio generada para cada corrida fue de 60.40 cmHg, el proceso de ultrafiltrado generó en las salidas un permeado de suero lácteo de 351.216 gramos y un concentrado final de 0.615 gramos. La figura 8.18 muestra en forma ilustrativa el proceso de ultrafiltrado.

<sup>26</sup> Hoja de registro del proceso de ultrafiltrado

En total 136.841 gramos de suero lácteo dulce no lograron atravesar la membrana por tanto fue desechado, esto se debió a que la presión al vacío disminuyó en algunas corridas por fallas en la bomba al vacío.

Figura 8. 18 Balance del proceso de ultrafiltrado



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al procedimiento de ultrafiltración anteriormente descrito, previo al proceso de ultrafiltrado se realizaron los procesos de pre filtrado y centrifugado, el anexo A22<sup>27</sup> presenta el registro de los datos del tratamiento utilizando el pre filtrado, dicho procedimiento contó con la realización de 14 corridas de filtrado, las cuales lograron obtener el suero lácteo dulce que posteriormente fue utilizado como entrada en el proceso de centrifugación.

La tabla 8.3 muestra el resumen de los datos registrados en la hoja del proceso de pre filtrado de suero lácteo dulce, cabe destacar que se obtuvo un peso promedio para el total de filtros utilizados, dado que el peso del filtro dependía del nivel de saturación del mismo.

<sup>27</sup> Hoja de registro del proceso de pre filtrado

Tabla 8. 3 Resumen de toma de datos del proceso de pre filtrado

Ítem	Valores
Peso promedio filtro (gr)	1.312
Suero lácteo (gr)	724.33
Concentrado (gr)	42.63
Permeado(gr)	665.757
Desecho (gr)	15.948

Fuente: Elaboración propia

Posterior al proceso de pre filtrado, el suero lácteo dulce permeado procedió a ser la entrada en el proceso de centrifugación, dicho proceso se realizó con una centrifugadora, la cual contenía cuatro recipientes en los cuales por cada corrida eran llenados con 30ml de suero dulce lácteo. Cada corrida duró 15 minutos, luego de concluir el centrifugado se removió el precipitado por medio de una manta-filtro, finalmente el suero lácteo dulce centrifugado se traslado al proceso de ultrafiltrado. El anexo A23<sup>28</sup> muestra en detalle el registro de los datos en el proceso de centrifugado. La cantidad de corridas fueron seis, a acepción de la última que se utilizaron tres de los cuatro tubos. La hoja de registro esta segmentada en tubos no por corrida únicamente por cuestión de formalidad en la hoja.

De acuerdo a la tabla 8.3 la cantidad de suero lácteo dulce que entró al sistema fue de 724.33 gr, los cuales fueron pasados por un filtro con el objetivo de retener la mayoría de los sólidos que podrían haber quedado del proceso de fabricación de queso fresco, dicho filtro logro retener 42.63 gramos, la cantidad de suero lácteo dulce que atravesó (permeado) el filtro fue de 665.757 gr.

La tabla 8.4 muestra el resumen de los datos del proceso de centrifugación, igualmente para este caso se obtuvo un promedio del peso de los tubos utilizados en el proceso.

---

<sup>28</sup> Hoja de registro del proceso de centrifugado

Tabla 8. 4 Resumen de toma de datos del proceso de centrifugación

Ítem	Valores
Peso promedio tubo (gr)	33.517
Suero lácteo (gr)	665.757
Remoción (gr)	153.643
Centrifugado (gr)	539.114

Fuente: Elaboración propia

El permeado del proceso de prefiltrado fue utilizado como entrada para el proceso de centrifugación, este fue centrifugado por un tiempo de 15 minutos, posteriormente se le removió el precipitado, que de acuerdo a la tabla 8.4 fue de 153.643 gramos, dicha remoción tenía como objetivo reducir la cantidad de grasa presente en el suero lácteo, finalmente en la salida del proceso se obtuvo una cantidad de 539.114 gramos.

#### 8.3.2.5 Caracterización físico – química de muestras obtenidas del proceso de ultrafiltrado

##### A) Toma de muestra

El procedimiento, tomado de Recinos y Saz (2,006), utilizado para la recolección de la muestra de suero lácteo dulce se describe a continuación:

1. El tamaño de muestra necesaria varía con el análisis requerido, para un análisis generalmente detallado, se recoge una muestra con un volumen entre 500-1,000 ml.
2. Antes de recoger la muestra, la solución láctea debe ser agitada adecuadamente; desde el fondo del lugar en donde se encuentre, de tal forma que toda la solución quede homogeneizada y la muestra sea representativa de toda la solución.
3. Se vierte la muestra en un recipiente hermético previamente esterilizado.
4. En caso de haber emulsificaciones, agitar hasta que el líquido se emulsiona uniformemente, o utilizar un homogeneizador de mano.
5. Las muestras deben ser colocadas en envases no absorbentes; en donde no entre aire, y se guardan en frío a temperatura por debajo de los 10 grados hasta ser examinadas.
6. Los envases son transportados en frío y adecuadamente identificados.

El procedimiento anterior debe seguirse para mantener la calidad del suero lácteo a ser analizado; y no alterar los parámetros del mismo lo puede conllevar a que los resultados se vean afectados.

El procedimiento para obtener la muestra del permeado de suero lácteo dulce después del ultrafiltrado es similar al mencionado anteriormente, solo que para este caso no es necesario agitar u homogenizar la mezcla. Para recoger la muestra de concentrado el proceso a seguir fue:

1. Verificar que la membrana no posee suero lácteo dulce líquido
2. Determinar el peso de la membrana con el concentrado
3. Utilizar un raspador metálico, remover el concentrado que se encuentra en la membrana, teniendo cuidado de no romper la membrana
4. Las muestras deben ser colocadas en un recipiente no absorbentes; en donde no entre aire, y se guardan en frío a temperatura por encima de cero grados hasta ser examinadas
5. El recipiente es transportado en frío y adecuadamente identificado

## **B) Resultados de las muestras**

Posterior a la recopilación de las muestras del proceso de ultrafiltrado, éstas fueron trasladadas a un laboratorio para que determinar las características físico-químicas del suero lácteo dulce, ver anexo A24<sup>29</sup>, entre otras, el análisis de la proteína tanto el suero lácteo dulce que alimentaba el sistema, como la del permeado y el concentrado resultante del mismo.

La tabla 8.5 detalla los resultados de laboratorio de la muestra de suero dulce lácteo, el cual era la base de alimentación del sistema de ultrafiltrado, el tamaño de la muestra fue de 1,000 gr de suero lácteo, el cual presentó un pH de 6.15 al momento de tomar la muestra.

---

<sup>29</sup> Analisis fisico-quimicos de muestras

Tabla 8. 5 Resultados de laboratorio de muestra de suero lácteo dulce

Determinación	Resultados	Unidades	Método
Proteína (lácteos)	0.73	g/100gr muestra	Kjeidahl Modificado
Fibra cruda	0.00	g/100gr muestra	Gravimétrico
Ceniza	0.56	%	Gravimétrico
Humedad	92.99	%	Gravimétrico
Carbohidratos totales	4.69	%	Gravimétrico
Sólidos totales: 6.92%			

Fuente: Elaboración propia a partir de hoja de resultados de laboratorio de FUSADES

La tabla 8.6 muestra los resultados suero dulce lácteo permeado, el tamaño de la muestra fue de 321.16 gramos de suero lácteo.

Tabla 8. 6 Resultados de laboratorio de muestra de suero lácteo dulce permeado

Determinación	Resultados	Unidades	Método
Proteína (lácteos)	0.69	gr/100gr muestra	Kjeidahl Modificado
Grasa muestra húmeda	0.00	g/100g muestra	Soxhlet
Fibra cruda	0.00	g/100g muestra	Gravimétrico
Ceniza	0.52	%	Gravimétrico
Humedad	94.10	%	Gravimétrico
Carbohidratos totales	4.69	%	Gravimétrico
Sólidos totales 5.77%			

Fuente: Elaboración propia a partir de hoja de resultados de laboratorio de FUSADES

La tabla 8.7 muestra los resultados de laboratorio de la muestra de suero lácteo dulce concentrado que se obtuvo del proceso de ultrafiltrado, la cantidad de la muestra fue de 0.615 gramos de concentrado.

Tabla 8. 7 Resultados de laboratorio de muestra de suero lácteo dulce concentrado

Determinación	Resultados	Unidades	Método
Proteína (lácteos)	5.45	g/100g muestra	Kjeidahl Modificado

Fuente: Elaboración propia a partir de hoja de resultados de laboratorio de FUSADES

Comparado los resultados de laboratorio de la tabla 8.5, donde se observa la muestra de suero dulce lácteo, con los datos teóricos de la composición del suero lácteo presentados en la tabla 5.2 se logra observar que el valor de proteínas que muestran los resultados (0.73 gramos), se encuentra en el rango del valor teórico expuesto que es entre 0.8 al 1.0 por ciento de la muestra. Igualmente se observa que el porcentaje de sólidos totales en la muestra de suero lácteo mandada al laboratorio coincide en el rango de la composición teórica mostrada en el capítulo 5.

#### **8.4 Elaboración de una bebida a partir de la proteína obtenida del suero dulce lácteo**

Antes de desarrollar el proceso de la bebida, es necesario clasificar el tipo de bebida que se realizará. Las bebidas funcionales son productos que poseen “componentes fisiológicos que complementan su aporte nutricional y que representan un beneficio extra para la salud de las personas, como por ejemplo en el metabolismo del colesterol, la mineralización ósea y la reducción de riesgos de enfermedad” (Dairy Foods, 2,005).

El término “funcional” en general, describe un alimento o bebida que aporta beneficios de salud o unos efectos fisiológicos deseables, más allá de la nutrición básica. Existen al menos tres categorías principales de bebidas funcionales: las bebidas enriquecidas (jugos y aguas con vitaminas y minerales), bebidas isotónicas (bebidas deportivas con gran capacidad de rehidratación) y las bebidas energéticas o estimulantes, (López, 2,006).

La bebida a realizar se ha clasificado como una bebida funcional enriquecida, ya que permitirá beneficiar la salud de las personas por el aporte nutricional que presentan las proteínas del suero dulce lácteo. “Los estudios sobre el balance de nitrógeno son una forma de determinar las necesidades proteicas de los seres humanos, y se utilizan para calcular La Cantidad Recomendada en la Dieta (RDA): 0,8 gramos de proteína por kilo de peso corporal”. (Lemon, 2006)

##### **8.4.1 Formulación de la bebida funcional**

Para llevar a cabo la elaboración de la bebida funcional es necesario tener en cuenta parámetros previos que permitan obtener una buena calidad de esta, tales como:

- ✓ Verificar las condiciones físicas del suero dulce lácteo antes de tratarlo, es decir, que el suero se encuentre en condiciones adecuadas desde la fuente de obtención hasta el almacenamiento, medir el nivel de temperatura, medir el nivel de pH.

- ✓ Pasteurización del suero lácteo, para evitar cualquier riesgo microbiológico. Para ello se tomó de referencia la tabla 8.8 el cual muestra una serie de relaciones tiempo - temperatura para un proceso ideal de pasteurización.

Tabla 8. 8 Relación tiempo – temperatura para el proceso de pasteurización

Temperatura	Tiempo	Temperatura	Tiempo
°C	Minutos	°C	Segundos
54.4	60	68.3	30
55.5	60	71.1	20
56.6	40	76.6	20
57.7	30	82.2	20
58.9	20	93.3	20
60	10	100	10
61.1	10		
62.7	6		
65.5	2		

Fuente: Zavala (2,005)

## 8.4.2 Materiales y métodos para elaborar la bebida

### 8.4.2.1 Materia prima

- ✓ Proteínas de suero dulce lácteo:  
Obtenida del proceso de ultrafiltrado, con un porcentaje de proteínas de acuerdo a la capacidad que presenta el equipo.
- ✓ Permeado:  
Cantidad de proteínas muy alto, de acuerdo a los resultados del laboratorio el contiene 0.69 gramos de proteínas por cada 100 gramos de la muestra (ver tabla 7.16).
- ✓ Agua purificada:  
Utilizada para diluir las proteínas obtenidas, el permeado y el resto de los ingredientes.
- ✓ Jalea de fresa:  
Ingrediente utilizado como colorante y saborizante en la bebida funcional
- ✓ Azúcar:

Agregaré dulzura a la bebida funcional, utilizando una mínima cantidad ya que la jalea también le proporciona un nivel de dulzura.

✓ Ácido cítrico:

Conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo en el envasado de muchos productos alimenticios.

#### **8.4.2.2 Equipo e instrumentos**

Instrumentos:

- ✓ Balanza analítica digital. Marca Sartorius
- ✓ Probetas de 100ml y 25ml
- ✓ Beaker de 200ml
- ✓ Beaker de 400 ml
- ✓ Agitador
- ✓ Termómetro (°C)
- ✓ Cronómetro
- ✓ Cocina eléctrica
- ✓ Refrigeradora

#### **8.4.3 Procesamiento de la materia prima**

Para llevar a cabo el procesamiento de los materiales con la finalidad de elaborar la bebida, se realizó una serie de pruebas previas, ver anexo A25<sup>30</sup>, para determinar cuál era la más adecuada. De acuerdo a las pruebas realizadas se decidió el proceso de elaboración de una bebida con sabor a fresa artificial.

El resultado de las pruebas que se realizaron para seleccionar la receta de la bebida se muestra en la tabla 8.9 a continuación:

---

<sup>30</sup> Pruebas previas a la elaboración de la bebida funcional

Tabla 8. 9 Resumen de resultados de pruebas para la elaboración de la bebida funcional

Ítem	Receta 1 Bebida con sabor a chocolate	Receta 2 Bebida con fresas naturales	Receta 3 Bebida con sabor a fresa
Azúcar (gr)	151.092	75.546	56.37
Saborizante cocoa (gr)	112.74	-	-
Saborizante fresa(gr)	-	28.942	-
Fruta Natural (Fresas) (gr)	-	226.80	-
Jalea de fresa (gr)			156.274
Ácido Cítrico (gr)	1	1	1
Aroma	Muy bueno	Excelente	Excelente
Sabor	Regular	Excelente	Excelente
Color	Regular	Muy bueno	Muy bueno
Consistencia	Muy bueno	Muy bueno	Excelente

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior muestra las recetas previas utilizadas para la elaboración de una bebida funcional en la cual se utilizó para la primera receta cocoa, mientras que la segunda se utilizó fresas naturales y en la última jalea de fresa. La tabla igualmente presenta un análisis cualitativo de cada una de las recetas, el cual fue evaluado, analizando los puntos de mayor interés, como se explica en la metodología. La puntuación para evaluar las características es mostrada en la tabla 8.10 de la siguiente manera:

Tabla 8. 10 Evaluación de las características de la bebida funcional

VALOR CUALITATIVO	VALOR CUANTITATIVO	EVALUACIÓN
Excelente	10 - 9	Representa una respuesta satisfactoria.
Muy bueno	8 - 7	Representa una respuesta favorable, pero no completamente satisfactoria.
Regular	6 - 5	Refleja una respuesta no satisfactoria, es un valor muy bajo y no aceptable en las condiciones de evaluación.

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la tabla 8.9 que en la receta uno, se tiene un color, consistencia y aroma muy aceptables, sin embargo el sabor no es agradable, por lo cual no es una opción favorable para elaborar la bebida. Sin embargo en las otras dos recetas se obtuvieron resultados aceptables, finalmente se optó por la tercera receta, ya que en la preparación de las fresas naturales se invierte tiempo y la duración de éstas son de dos a tres días; En la receta 3 se utilizo jalea de fresas, la cual tiene duración de un año y no necesita refrigeración, además de ésta ventaja; los resultados de la receta 3 en las pruebas de degustación fueron muy aceptables en cuanto a sabor, aroma, consistencia y color.

#### 8.4.3.1 Descripción del proceso de elaboración de la bebida funcional

A continuación se describen los pasos que se llevan a cabo para iniciar el proceso de elaboración de la bebida a partir del concentrado y permeado del suero lácteo dulce:

##### 1. Verificar condiciones

El primer paso consiste en verificar las condiciones en las que se encuentra el concentrado y el permeado, igualmente se verifica la condición de la materia prima que se utilizará, para luego pasar a realizar el proceso de pesado de los ingredientes.

## 2. Verificación del equipo e instrumentos

Paralelo al proceso anterior se verifica si el equipo e instrumentos necesarios están en una condición óptima para ser utilizados y estos están completos.

## 3. Pesado de ingredientes.

Primeramente se verifican la receta que los ingredientes estén completos como se muestra a continuación y posteriormente se realiza el pesado.

### **Ingredientes: (Para elaborar 1 litro de bebida funcional con sabor a fresa)**

- 623.78 gr de agua purificada.
- 0.615 gr de concentrado de proteínas.
- 351.216 gr de permeado.
- 156.274 gr de jalea de fresa.
- 56.37 gr de azúcar.
- 1 gr de Ácido cítrico (solo se utiliza la cantidad mínima necesaria).

## 4. Mezclado de ingredientes.

Agregar el agua purificada al concentrado de proteínas y el permeado de suero dulce lácteo, y mezclar hasta que se disuelva bien el concentrado, posteriormente se agrega la jalea de fresa.

## 5. Ajuste de pH

Se procede a agregar el ácido cítrico para ajustar el pH de la bebida.

## 6. Mezclado en licuadora

Ya con todos los ingredientes agregados se procede a licuar los ingredientes para una mayor homogenización de los mismos.

## 7. Tamizado

Finalizado en proceso de mezclado en la licuadora, si es necesario, por residuos de fresas que trae la jalea se tamiza la mezcla.

## 8. Pasteurizado

Por último se realiza el proceso de pasteurización artesanal. En la cual se lleva la mezcla anterior a un baño maría, hasta alcanzar una temperatura de 60 °C, posteriormente se deja por 10 minutos a temperatura constante, la bebida se colocó en un recipiente de pirex, para luego pasarlo inmediatamente a enfriar a una temperatura de 7 °C, y almacenarlo en condiciones de refrigeración apropiadas.

### 8.4.3.2 Diagrama de proceso para la elaboración de la bebida funcional

Se presentará la secuencia de operaciones involucradas en el proceso, así como la herramienta gráfica, cursograma analítico que permite visualizar de una manera más detallada las operaciones realizadas a través de todo el sistema de ultrafiltración.

#### A) Secuencia de operaciones

1. Verificación de las condiciones físicas en que se encuentra el concentrado de proteínas y el permeado.
2. Pesado del concentrado de proteínas y el permeado a utilizar.
3. Pesado de los demás ingredientes, según las proporciones indicadas.
4. Verificación el equipo e instrumentos necesarios.
5. Mezclar el agua purificada con el concentrado de proteínas y el permeado.
6. Agregar la jalea de fresa, y el azúcar.
7. Ajustar el pH de la bebida con ácido cítrico.
8. Mezclar todos los ingredientes en una licuadora.
9. Colar si es necesario.
10. Colocar el preparado en un beaker.
11. Preparar el baño maría.
12. Colocar el beaker con el preparado en el baño maría.
13. Medir la temperatura hasta que alcance 60 °C.
14. Dejar el preparado por 10 minutos a la temperatura de 60 °C.
15. Trasladar inmediatamente el preparado caliente a una temperatura de 7 °C.
16. Almacenar la bebida en condiciones de refrigeración adecuadas.
18. Verificar el ph de la bebida, después de una hora.

**B) Diagrama del proceso de elaboración de la bebida funcional (cursograma analítico)**

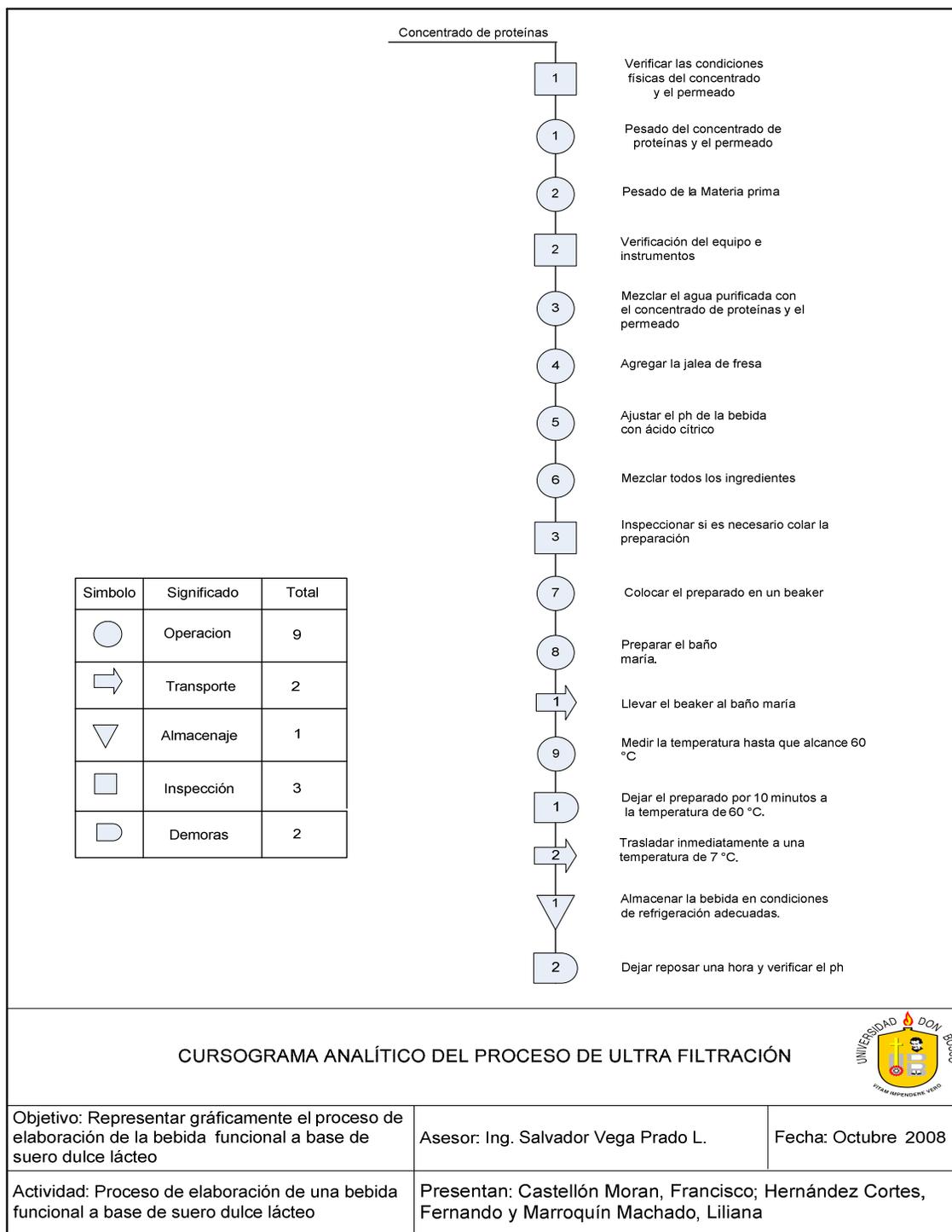
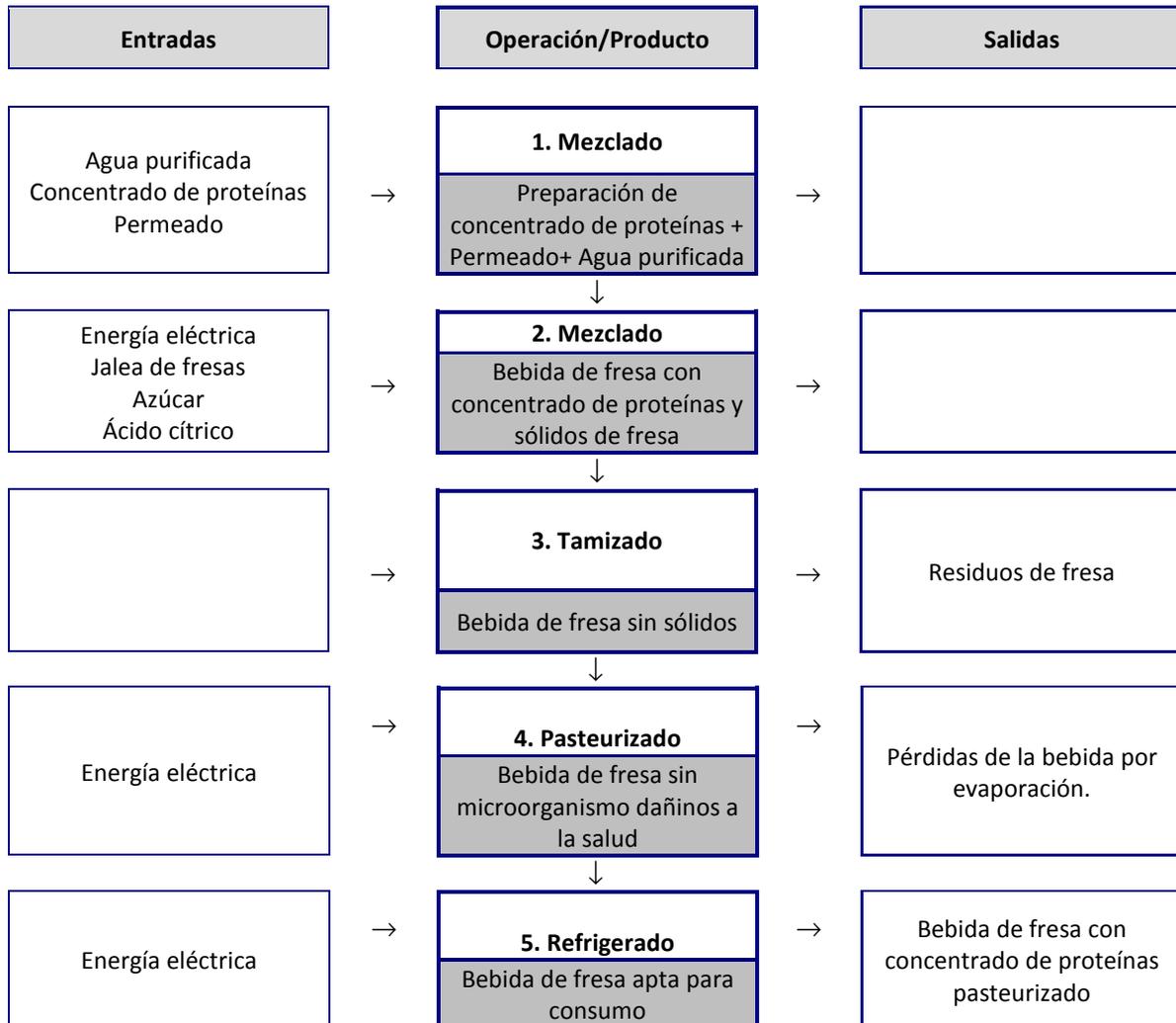


Figura 8. 19 Diagrama del proceso de elaboración de la bebida funcional

### 8.4.3.3 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la bebida funcional

En el siguiente diagrama se reflejan las operaciones básicas para elaborar la bebida, así como también sus entradas necesarias para realizarlas, con sus respectivas salidas del proceso.

Figura 8. 20 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la bebida funcional

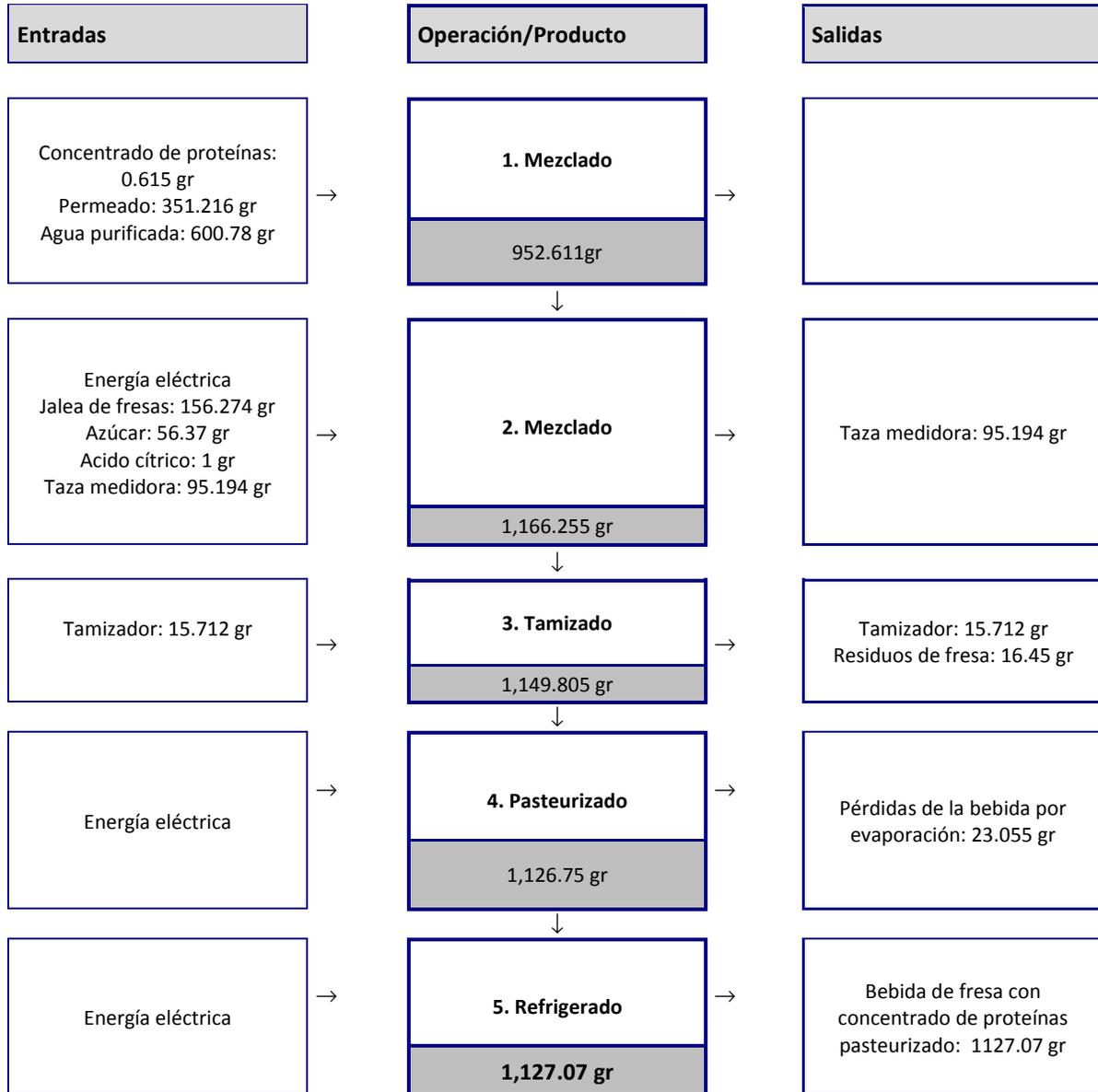


Fuente: Elaboración propia

### 8.4.3.4 Balance de materiales del proceso de elaboración de la bebida funcional

Para llevar a cabo el balance de materiales, se tomó en cuenta diversas operaciones para determinar las entradas, y la de salidas de cada operación, estas se pueden observar a continuación en la figura 8.21.

Figura 8. 21 Balance de materiales del proceso de elaboración de bebida funcional

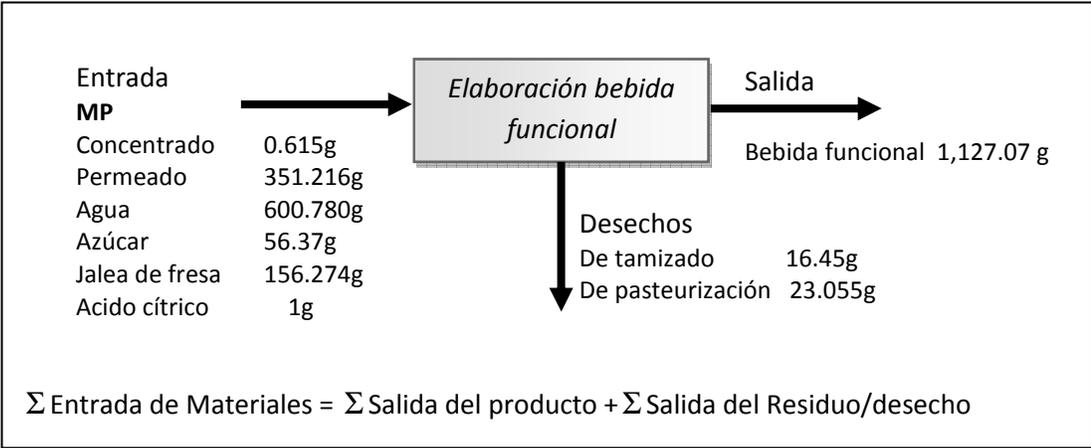


Fuente: Elaboración propia

La información obtenida del proceso de elaboración de una bebida funcional con sabor a fresa, se registró en una hoja de datos, ver anexo A26<sup>31</sup>, los cuales sirvieron para realizar el balance de materiales anterior.

De acuerdo al balance de materiales se utilizaron 351.83 gramos de suero dulce lácteo, a este se le agregó otros ingredientes como agua, azúcar, jalea de fresa y ácido cítrico para poder lograr 1,127.07 gramos de una bebida funcional, la figura 8.22 muestra el balance de materiales obtenido en el proceso de elaboración de dicha bebida.

Figura 8. 22 Balance de materiales del proceso de elaboración de bebida funcional



Fuente: Elaboración propia

Entre las pérdidas que se obtuvieron en el proceso de elaboración de la bebida funcional, estuvo el proceso artesanal utilizado para la pasteurización en el cual se perdieron 2.29% de producto, el otro proceso donde se registro pérdidas de producto fue en el tamizado de la mezcla, teniendo en esta operación una pérdida del producto de 1.62% de los cuales la mayoría fue pedazos de fresas incluidas en la jalea.

<sup>31</sup> Hoja de registro de toma de datos del proceso de elaboración de una bebida funcional

#### 8.4.3.5 Caracterización físico – química de la bebida funcional

##### A) Toma de muestra

El tamaño de la muestra de la bebida funcional la cual fue requerida por el laboratorio acreditado, fue tomado igualmente que la metodología para obtener la muestra de suero lácteo descrita el sub capítulo 7.3.2.5.

##### B) Resultados de las muestras

Posterior a la recolección de las muestra de bebida, éstas fueron llevadas al laboratorio para determinar las características físico-químicas del producto (ver anexo A23), de acuerdo a laboratorio, la tabla 8.10 muestra los componentes evaluados de la bebida funcional.

Tabla 8. 11 Resultados de laboratorio de muestra de bebida funcional a base de proteína recuperada de suero lácteo dulce

Determinación	Resultados	Unidades	Método
Proteína (lácteos)	0.67	g/100g muestra	Kjeidahl Modificado
Grasa muestra húmeda	0.27	g/100g muestra	Soxhlet
Fibra cruda	0.00	g/100g muestra	Gravimétrico
Ceniza	0.49	%	Gravimétrico
Humedad	79.18	%	Gravimétrico
Carbohidratos totales	18.39	%	Gravimétrico
Sólidos totales 20.38%			

Fuente: Elaboración propia a partir de hoja de resultados de laboratorio de FUSADES

De acuerdo a los resultados de laboratorio, se observa que la cantidad de proteína de la bebida funcional aumentó logrando así 0.67 gramos por cada 100 gramos de la muestra, esto pudo deberse a que según expertos una contenido de fresa de 100 gramos posee 0.7 gramos de proteína. Igualmente se muestra un aumento en los carbohidratos totales y en los sólidos totales presentes en la bebida debido a la jalea, ácido cítrico y azúcar disuelta en la bebida que pudieran no haberse diluido en su totalidad.

## 8.5 Aceptación de la bebida funcional a base de suero lácteo con sabor a fresa

### 8.5.1 Tamaño de la muestra

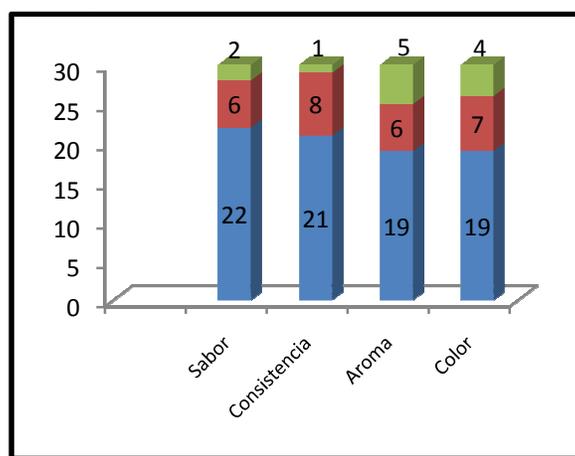
Para realizar la prueba de aceptación de la bebida funcional a base de suero dulce lácteo con sabor a fresa, se consideró recolectar una muestra de 30 personas, debido a que en la simulación del proceso de UF la cantidad de concentrado que la membrana retenía fue mínimo, y aunado a esto la cantidad de permeado obtenido no permitió elaborar más de un litro de la bebida.

### 8.5.2 Recolección y análisis de los datos

A continuación se muestran los datos graficados de las encuestas realizadas y su respectivo análisis, ver anexo A27<sup>32</sup>.

#### Pregunta 1

Figura 8. 23 Evaluación de bebida funcional por encuestados



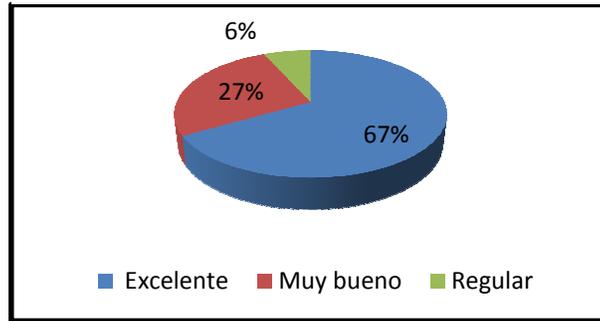
Como se observa en la figura 8.23, las características evaluadas fueron sabor, consistencia, aroma, color, la mayor parte de la población consideró que las características de la bebida fueron excelentes, lo que permite concluir que la bebida tiene una buena aceptación por la población en cuanto a estas características evaluadas. En conjunto se puede observar que el mayor puntaje fue la calificación de excelente. El objetivo de la pregunta fue evaluar éstas cuatro características en conjunto para poder analizar la respuesta de parte de población. La siguiente pregunta nos permite concluir de manera física la aceptación de la bebida.

---

<sup>32</sup> Tabulación encuesta para evaluar la aceptación de la bebida funcional

## Pregunta 2

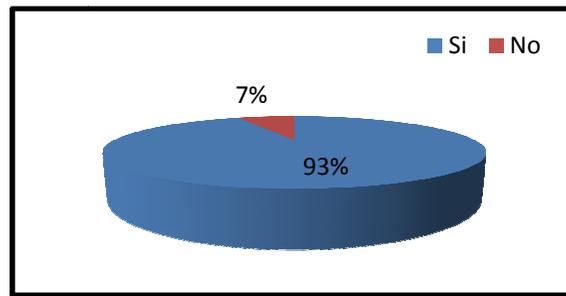
Figura 8. 24 Calificación general de la bebida funcional



Ésta pregunta permite concluir que la bebida es aceptable por parte de la población ya que un 67% de la población la denominó como excelente de acuerdo a la figura 8.24. Mientras que el 27% opinó que la bebida es muy buena, de acuerdo a los comentarios que mencionaron a los que se realizaron las pruebas sensoriales; algunos opinaron que la bebida se encontraba un poco dulce, mientras que otros señalaron que tenía un color no muy agradable. El porcentaje restante el 6% opinó que la bebida no tenía un sabor agradable, por lo tanto no aceptaron la bebida.

## Pregunta 3

Figura 8. 25 Disposición de compra de bebida funcional



De acuerdo a la figura 8.25, se obtuvo una buena aceptación de la bebida por parte de la población, pero también es importante saber si la población está dispuesta a comprarla. Por medio de la encuesta se puede observar que la respuesta es favorable en cuanto a la disposición de compra de la bebida, lo que permite concluir que la bebida es totalmente aceptable por la población.

## **CAPITULO 9: TOMA DE DECISIONES**

### **9.6 Evaluación técnico – económica**

#### **9.6.1 Determinación de inversión y costos anuales del sistema de ultrafiltración del suero dulce lácteo para elaborar una bebida funcional con sabor a fresa**

##### **9.6.1.1 Equipo**

De acuerdo a la empresa modelo visitada, las características del suero lácteo dulce y el proceso de elaboración de queso fresco, se determinó con una empresa proveedora de equipo de UF, GEA Filtration, que el equipo necesario para el proceso de obtención de proteína deberá de consistir en:

- ✓ Tanque de almacenamiento
- ✓ Filtro de finos
- ✓ Centrifugador
- ✓ Pasteurizador
- ✓ Planta piloto de ultrafiltrado modelo U
- ✓ Enfriador de concentrado
- ✓ Tanque de permeado
- ✓ Tanque de concentrado

GEA Filtration consideró que la cantidad de suero dulce lácteo generado por la empresa modelo no era lo suficiente, por tanto recomendó que la cantidad de suero lácteo que alimentaba al sistema debería añadirse suero dulce lácteo proveniente de la fabricación de otro tipo de queso, teniendo cuidado que este suero cumpla con las especificaciones de entrada.

##### **9.6.1.2 Inversión**

###### **A) Planta piloto de ultrafiltrado modelo U**

La empresa GEA Filtration, recomienda el uso de la planta piloto modelo U de cuatro etapas, la cual tiene un precio en el mercado de US\$150,000, la empresa posee un servicio de alquiler de la planta, dicho proceso posee un precio de US\$10,000 por mes de utilización. De acuerdo a la hoja técnica, ver anexo A28<sup>33</sup>, la planta piloto está diseñada para la elaboración de un concentrado de

---

<sup>33</sup> Hoja tecnica planta piloto de ultrafiltrado modelo U

proteína del 80% (WPC 80 por sus siglas en inglés “Whey Protein Concentrate”), la tabla 9.1 muestra las características de algunos componentes de los diferentes WPC existentes en el mercado.

Tabla 9. 1 Composición de los diferentes concentrados de WPC

Componente	WPC 34	WPC 50	WPC 60	WPC 75	WPC 80
Proteína (%)	34-36	50-52	60-62	75-78	80-82
Lactosa (%)	48-52	33-37	25-30	10-15	4-8
Grasa (%)	3-4.5	5-6	1-7	4-9	4-8
Ceniza (%)	6.5-8	4.5-5.5	4-6	4-6	3-4
Humedad (%)	3-4.5	3.5-4.5	3-5	3-5	3.5-4.5

Fuente: Manual para Estados Unidos: productos de suero lácteo y lactosa

La planta piloto modelo U, se seleccionó tomando en consideración lo mencionado por DFA (2,005), la cual recomienda que concentraciones de proteína al 80% son ideales para la elaboración de alimentos funcionales y nutricionales, bebidas, suplementos y productos de panadería; menciona igualmente que un alto grado de concentración de las proteínas, es una fuente de proteína que aumenta las propiedades funcionales de los alimentos en las cuales es adherido.

Entre otros aspectos, menciona el proveedor, la planta piloto modelo U tiene una capacidad de volumen de suero lácteo de 500 litros por hora, y está diseñada para ser una unidad flexible en la cual se puedan realizar diferentes procesos de tecnología de membranas, cuenta con una membrana polimérica tipo espiral pero esta puede ser sustituida por otras configuraciones de membrana como la son la espiral y cerámica.

La planta está diseñada para una operación de modo continuo o semi-continuo, además simular una multi-etapa planta de producción; igualmente puede producir en línea, por lotes, semi-lotes y recirculación del proceso. Esta planta está montada sobre patines lo facilita sumovilización.

Entre las características que posee la planta piloto modelo U están:

- ✓ Tanque de entrada 30 galones

- ✓ Membrana en forma de espiral con un área de filtrado de 4 a 56 m<sup>2</sup>
- ✓ Capacidad de permeado de 20 a 200 galones por hora
- ✓ Presión necesaria arriba de los 600 psig
- ✓ Temperatura arriba de los 200 °F
- ✓ Controladores de flujo de alimentación, presión, temperatura, nivel del tanque, proporción de concentrado
- ✓ Indicadores de flujo: tres para concentrado (alternar), una para la alimentación y otro para el permeado
- ✓ 316 metros de acero inoxidable

## **B) Equipo complementario del sistema de ultrafiltración**

### **1) Separador de finos - centrifugadora**

El filtro de finos y la centrifugación es la primera etapa del sistema de tratamiento necesaria que requiere el suero dulce lácteo, con el fin de lograr eliminar los finos de queso que pudieron haber quedado en el suero lácteo y reducir la grasa de leche contenida en el suero lácteo. GEA Westfalia Separator Process GmbH, recomienda el separador MSD Milk and Whey Clarifiers, cuyo precio en el mercado es de US\$17,000.

El separador, de acuerdo al proveedor, funciona con una temperatura de proceso entre 4 y 55 grados centígrados, está equipado con un sistema de auto limpieza de disco – tazón que es operado por un sistema hidráulico, el equipo se alimenta en la parte superior del tazón por medio de un sistema de tuberías que son ajustadas de acuerdo a la Norma DIN 11851. La máquina es operada por un motor AC trifásico; las partes de la maquinaria que entran en contacto con el producto está hecha de acero inoxidable austenítico. La figura 9.1 muestra el sistema de separador de finos.

Figura 9. 1 Sistema de separador de finos



Fuente: GEA Westfalia Separator Process GmbH

## 2) Tanque de almacenamiento y enfriamiento

Los tanques de almacenamiento y enfriamiento necesarios para el concentrado y permeado son parte del equipo incluido por GEA Filtration. Los cuales poseen una capacidad de almacenamiento de 5,000lt. El valor monetario de los equipos se presenta a continuación:

- ✓ Tanque de almacenamiento de Permeado US\$ 5,500
- ✓ Tanque de almacenamiento de Concentrado US\$ 4,000
- ✓ Tanque de enfriamiento de concentrado. US\$ 4,500

## 3) Pasteurizador

La unidad de pasteurización fue cotizada en la empresa VIGUSA, de acuerdo al proveedor el equipo tiene una capacidad de 2,000 lt/h, ver anexo A29<sup>34</sup>, está formado por dos secciones y posee un controlador de temperatura y de presiones, el sistema puede ser alimentado con una temperatura entre los 4 y 25 grados centígrados, la temperatura de proceso es arriba de los 70°C y una temperatura de salida de 36 °C o más. Posee un porcentaje de regeneración del 50%. Esta maquinaria posee un valor de US \$14,800.

## 4) Tanque mezclador

Con capacidad de 2,400lt, el tanque es cotizado en la empresa VIGUSA El tanque es de doble camisa y posee una altura de 2.20 m y un diámetro de 1.80 m, el precio es de US\$ 7,000.

---

<sup>34</sup> Características maquinaria de VIGUSA

### **C) Máquina enjuagadora, llenadora y taponadora de botella PET**

Maquinaria cotizada en Global Water Technologies Group, línea que puede ser usada para lavado, llenado y taponado de botellas de PVC y PET. De acuerdo al proveedor, esta línea está diseñada para líquidos ligeros sin gas, tales como jugos de fruta, jugo de vino, agua mineral y agua pura, líquidos medicinales y otros líquidos. La línea de producción, ver anexo A30<sup>35</sup>, está compuesta principalmente por máquina enjuagadora automático para botella plástica, llenadora de líquido de serie y máquina taponadora. La capacidad de la línea de producción está entre las 1500 a 2500 botellas/hora (depende del líquido y tamaño del envase).

La taponadora puede usar tapas plásticas y tapas de seguridad, toda la línea está equipada con los instrumentos importados, que tienen un sistema delicado de control con las cualidades de condición estable y operación fácil. Cada máquina puede ser ajustada su velocidad para satisfacer las demandas diferentes.

El proceso de funcionamiento de la línea es el siguiente: las botellas se enjuagan en la primera máquina y se llevan a la máquina llenadora. La bomba de la máquina llenadora tiene las cualidades de exactitud alta y regulación fácil. La máquina taponadora coloca la tapa en boca de la botella y realiza el cierre de esta. Todas las partes en contacto con las botellas y líquido están hechas de acero inoxidable 304 y materiales permitido por la FDA. Todos los componentes y motores en la línea de producción han satisfecho Estándares internacionales. Su precio es de US\$24,000.

La tabla 9.2, muestra las inversiones requerida para el proceso de de obtención de proteína y elaboración de una bebida funcional, así como el monto de todas ellas.

---

<sup>35</sup> Hoja técnica maquina enjuagadora, llenadora y taponadora de botella PET

Tabla 9. 2 Inversión de Maquinaria

<b>Equipo</b>	<b>Costo</b>
Planta piloto modelo U	US\$150,000
Separador de finos -Centrifugadora	US\$17,000
Tanque de almacenamiento de permeado	US\$5,500
Tanque de enfriamiento de concentrado	US\$4,000
Tanque de almacenamiento de concentrado	US\$4,500
Pasteurizador	US\$14,800
Tanque Mezclador	US\$7,000
Maquina enjuagadora, llenadora y taponadora de botella PET	US\$24,000
<b>Total Inversión</b>	<b>US\$226,800</b>

Fuente: Diferentes proveedores de maquinaria

Los datos de depreciación correspondientes a cada maquinaria se muestran en el anexo A31<sup>36</sup>

### 9.6.1.3 Costos de operación equipo

De acuerdo a Recinos y Saz (2,006), los cuales citan a las compañías Aquaren y Grupo Proyect, un sistema de ultrafiltración, posee costos de operación menor que otros sistemas de obtención de proteína. De acuerdo a estas empresas un sistema de ultrafiltrado alimentado por un volumen de ocho metros cúbicos de suero dulce lácteo diarios, posee un costo anual de US\$10,921, la tabla 9.3 muestra el desglose de los costos de operación anual del sistema

---

<sup>36</sup> Depreciación de la Maquinaria

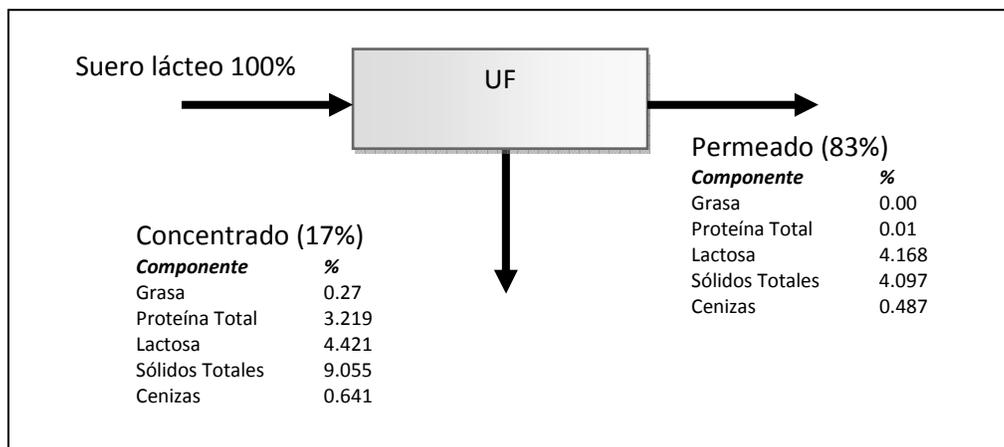
Tabla 9. 3 Costos anuales de operación equipo de UF

Suministro	Costo Anual
Agua de limpieza (5m <sup>3</sup> /h)	US \$ 30.00
Agua fría (4m <sup>3</sup> /h)	US\$ 1,908
Electricidad	US \$2,013
Productos Químicos	US \$970
Membranas	US \$2,400
Recurso humano (US\$300 c/u)	US \$3,600
<b>Total Costo Anual</b>	<b>US\$10,921</b>

Fuente: Recinos y Saz (2,006)

De acuerdo a GEA Filtration, un sistema de ultrafiltración de flujo tangencial que es alimentado por suero lácteo dulce, experimentalmente, en su salida tendrá una participación de suero lácteo permeado del 83%, mientras que 17% restante será concentrado, cabe destacar que este último posee un porcentaje mayor de proteína. A continuación la figura 9.2 muestra un balance del sistema de ultrafiltrado con la composición porcentual del permeado y concentrado.

Figura 9. 2 Balance de materiales para un sistema de UF alimentado de suero dulce lácteo



Fuente: GEA Filtration

Posterior a la concentración de proteína, se procede a la elaboración de la bebida funcional, de la cual se estimó que los costos anuales para su elaboración se derivan de la energía, agua de

limpieza, recurso humano y materia prima, para ello se partió de información proporcionada por proveedor de la maquinaria, para el caso la empresa cotizada fue VIGUSA. La tabla 9.4 muestra los costos anuales de la maquinaria de acuerdo a VIGUSA.

Tabla 9. 4 Costos anuales de operación de maquinaria para elaboración de bebida funcional

Suministro	Costo Anual
Agua de limpieza (5m <sup>3</sup> /h)	US \$ 30.00
Energía	US\$ 1,908
Recurso humano (US\$174.24 c/u)	US\$ 2,090.88
<b>Total Costo Anual</b>	<b>US\$4,028.88</b>

Fuente: VIGUSA

Para el caso del equipo cotizado en Global Water Technologies Group, no se presentaba ningún estudio de costos de operación por tanto se procedió a calcular de acuerdo a las especificaciones de la maquinaria y haciendo escenarios de acuerdo al conocimiento de empresas lácteas. El anexo A32<sup>37</sup> sección S1 muestra en detalle la bitácora de cálculos para determinar el costo de energía de la línea de producción de Glocal Water.

La energía consumida, ladea cuerdo a la hoja técnica, de la línea de producción es:

- ✓ Enjugadora de Botella PET Modelo GWTG-12J consume 1.2KW de energía
- ✓ Llenadora de Botella PET Modelo GWTGCP-12 consume 1.55KW de energía
- ✓ Taponadora de Botella PET Modelo GWTGZ-1 consume 0.75KW de energía

En total la línea de producción consume 3.5 kW de energía.

Debido a que la materia prima, el suero dulce lácteo, es generado en la a hora de la fabricación de queso, muchas empresas lácteas usualmente realizan este proceso por la mañana. Partiendo de ello se supone un escenario en donde la línea de producción de enjuagado, llenado y colocación de tapón trabaja 4 horas por la tarde. Conociendo esto se obtiene que la energía consumida al día es de 14KWh.

---

<sup>37</sup> Costos de energía consumida por el equipo maquina enjugadora, llenadora y taponadora de botella PET

Sabiendo ya el costo de energía, y el total de horas trabajadas en las 52 semanas del año se obtiene el costo anual al cual incurriría la empresa por la operación de la línea de producción, siendo este de US\$1,574.66.

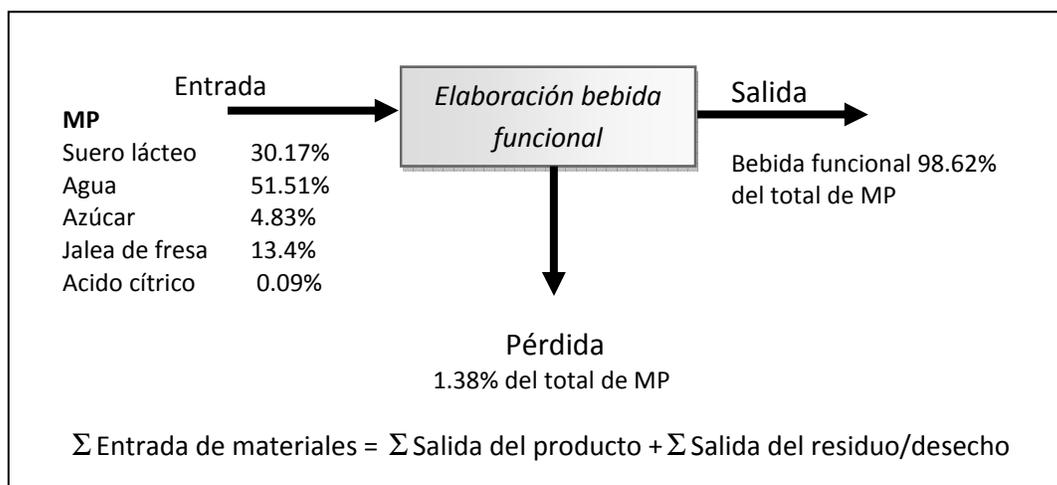
#### 9.6.1.4 Costos materia prima

La materia prima utilizada para la obtención de una bebida funcional es la siguiente:

- ✓ Agua purificada
- ✓ Proteína de suero lácteo dulce
- ✓ Jalea de fresa
- ✓ Azúcar
- ✓ Acido cítrico

De acuerdo al balance de materiales de la elaboración de una bebida funcional, mostrado en la figura 8.22, se partió para realizar las proporciones necesarias de la materia prima para realizar la bebida funcional, dicho material se consideró las posibles pérdidas que pudieran ocurrir en el proceso, la figura 9.3 muestra dichas proporciones.

Figura 9. 3 Balance de materiales porcentual para la elaboración de una bebida funcional



Fuente: elaboración propia

Tomando en cuenta el balance de materiales de la figura 9.2, en donde se muestra la cantidad de concentrado obtenido del proceso de ultrafiltrado, el cual posee una alimentación de ocho metros cúbicos; y la información proporcionada en el balance de materiales de la bebida funcional mostrado en la figura 9.3, se puede obtener una relación de cuanto es la materia prima necesaria

y la cantidad de producto obtenida, cuando se tiene 1.36 m<sup>3</sup> de concentrado de suero dulce lácteo.

Para ello se determinó el valor en kilogramos del concentrado de suero lácteo dulce obtenido en el proceso de ultrafiltrado

$$\text{Concentrado de suero dulce lácteo} = 1,360\text{lt} \times 1.025 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} = 1,394\text{kg}$$

Determinado este valor se puede obtener la cantidad de materia prima necesaria para una cantidad de 1,394Kg de concentrado, la tabla 9.5 muestra los valores de materia prima requerida para la elaboración de una bebida funcional.

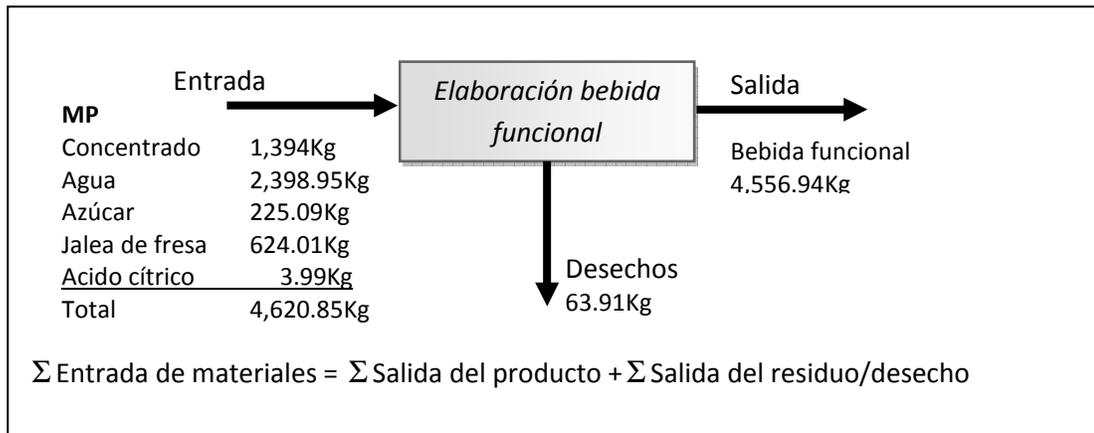
Tabla 9. 5 Materia prima necesaria para la elaboración de una bebida

MP (Materia Prima)	Cantidades (Kg)
Concentrado suero lácteo	1,394
Agua purificada	2,380.37
Jalea de fresa	619.18
Azúcar	223.24
Acido cítrico	3.96
<b>Total</b>	<b>4,620.85Kg</b>

Fuente: Elaboración propia

Sustituyendo los valores en la figura 9.3, por las cantidades de materia prima requeridas para la elaboración de una bebida funcional utilizando 1,394Kg de concentrado, se obtiene la figura 9.4, la cual muestra que la cantidad de materia prima necesaria para elaborar una bebida funcional y la cantidad de producto que se lograría al mezclar los diferentes ingredientes necesarios para su elaboración, obteniendo 4,556.94Kg de producto.

Figura 9. 4 Balance de materiales para elaboración de una bebida funcional en base a una concentrado de 1,394Kg



Fuente: Elaboración propia

Conocedores de la cantidad de materia prima necesaria para la elaboración de una bebida funcional se procede a obtener los costos diarios por materia prima, de acuerdo a los precios unitarios mostrados en la tabla 9.6, los cuales son precios al mayoreo.

Tabla 9. 6 Precio unitario de la materia prima (MP) requerida para la elaboración de una bebida funcional

Materia Prima	Precio unitario	Presentación	Proveedor
Agua purificada	US \$0.98	Recipiente de 5 galones	INDUSTRIAS CRISTAL DE CENTRO AMÉRICA, S.A
Jalea de fresa	US\$2.00	Recipiente de 2 libra	SABORES COSCO DE CENTROAMERICA
Azúcar	US\$30.00	Saco 46Kg	Compañía Azucarera Salvadoreña, S.A. de C.V
Acido cítrico en polvo	US \$18.90	Recipiente de 1Kg	QUINFICA Droguería y laboratorio

Fuente: Proveedores de MP

Para obtener los costos diarios de materia prima incurridos, ver tablas 9.7, en la elaboración de una bebida funcional, el primer paso fue convertir todas las presentaciones de la materia prima a kilogramo, para poder dividir la cantidad de materia prima requerida entre las presentaciones y poder obtener las unidades necesarias para el procesamiento de materia prima, finalmente se

multiplico las unidades por el precio unitario en el mercado para obtener los costos diarios de materia prima.

Tabla 9. 7 Costos diarios de materia prima

Materia prima	Cantidad diaria (Kg)	Presentación (Kg)	Unidades requeridas	Precio unitario US\$	Costos diarios US\$
Agua purificada	2,380.37	18.97	125	0.98	122.97
Jalea de fresa	619.18	0.91	683	2.00	1,365.03
Azúcar	223.24	46	5	30.00	145.66
Acido cítrico	3.96	1	4	18.90	74.88

Fuente: elaboración propia

Para obtener los costos anuales del proceso de elaboración de una bebida funcional se multiplicara los costos diarios con los días semanales que se trabaja en una empresa láctea y finalmente por las 52 semanas laborales al año. La tabla muestra en resumen los costos anuales incurridos para la elaboración de una bebida funcional a base de concentrado de suero dulce lácteo con sabor a fresa. La tabla 9.8 muestra dichos costos anuales

Tabla 9. 8 Costos totales de materia prima para la elaboración de una bebida funcional

MP (Materia prima)	Costos anuales
Agua purificada	US \$38,366.97
Jalea de fresa	US \$425,890.45
Azúcar	US \$45,445.90
Acido cítrico	US \$23,363.88
<b>Total costo anual</b>	<b>US \$533,067.21</b>

Fuente: elaboración propia

### 9.6.1.5 Costos de embotellado y otros

#### a) Costos de PET

Tomando como referencia que la mayoría de bebidas en el mercado son comercializadas en botellas PET, por su versatilidad, economía y porque puede ser reciclable, se optó como el recipiente de comercialización de la bebida funcional. El precio de botella PET de 500ml con tapa, ver anexo A33<sup>38</sup>, en El Salvador es de US\$0.0811.

De acuerdo a una cantidad diaria de producto de 8,823 unidades y conociendo el precio de las botellas PET en el mercado, se pueden obtener los costos diarios por la compra de PET, además sabedores de las semanas laborales se obtiene la cantidad anual de costos por la compra de PET, la tabla 9.9 muestra los costos tanto diarios y anuales de la compra del PET. Ver anexo A32 sección S2<sup>39</sup> para más detalle de los cálculos

Tabla 9.9 Costos incurridos por la compra de PET

Costos	Valor
Diarios	US\$ 715.52
Anual	US\$223,243.50

Fuente: elaboración propia

#### b) Costos de mano de obra

Para obtener el costo de mano de obra, se partió de que según especificaciones del fabricante la maquinaria es fácil de usar y puede trabajar de forma semi-automática, por tanto el personal requerido es de uno, con un sueldo mensual de US\$174.24, el cual es el salario mínimo en la industria salvadoreña y tomando en cuenta los costos de ISSS y AFP en los que incurre el patrono, el monto total de costos de mano de obra anuales asciende a US\$2,378.40.

---

<sup>38</sup> Selección de envase PET

<sup>39</sup> Costos incurridos por compra de PET

Tabla 9.10 Costos incurridos de Mano de Obra

Sueldo mensual	ISSS (7%)	AFP (6.75%)	Total Mensual	Sueldo+ISSS+AFP Al año	Aguinaldo (33.3% del sueldo mensual)	Vacaciones (50% del sueldo mensual)	Total anual
\$174.24	\$12.20	\$11.76	\$198.20	\$2,378.40	\$58.02	\$87.12	\$2,523.54

Fuente: elaboración propia

### C) Costos de limpieza

Para el proceso de limpieza de la maquinaria, se recomienda el uso del agua utilizada para la limpieza del otro equipo, lo cual reducirá el flujo de agua y los costos generados por su uso.

La tabla 9.10 resume los costos anuales incurridos por el equipo de llenado, sellado y colocación de tapón, así como los costos de materia prima, recurso humano para el uso de la maquinaria.

Tabla 9. 11 Resumen Costos MP y operativos maquinaria Global Water

Suministro	Costo anual
Energía	US \$ 1,574.66
Recurso humano	US \$2,523.54
Materia prima	US \$533,067.21
Compra de PET	US \$223,243.50
<b>Costo total anual</b>	<b>US\$ 760,408.91</b>

Fuente: elaboración propia

A continuación se muestra en tabla 9.12, la cual resume la inversión que se incurre y los costos anuales del proceso de extracción de concentrado del suero dulce lácteo para elaborar una bebida sabor a fresa.

Tabla 9. 12 Inversión y Costos anuales totales

ítem	Valor
<i>Inversión</i>	<b>US\$226,800</b>
Costos de operación sistema de ultrafiltración	US\$10,921
Costos de operación equipo VIGUSA	US\$4,028.88
Costos de operación equipo Global Water	US\$4,098.20
Costos de materia prima	US\$756,310.72
<i>Costo total anual</i>	<b>US\$775,358.80</b>

Fuente: elaboración propia

### 9.6.2 Ingresos por ventas de bebida funcional a base de concentrado de suero lácteo dulce sabor a fresa

El factor precio es fundamental para la aceptación de un producto con las características de esta bebida funcional, ya que está dirigido a la población salvadoreña, la cual no tiene una cultura de consumo de bebidas a base de suero lácteo dulce, para tener una mayor aceptación en el mercado, de acuerdo al CPML (Junio 2,004), el precio de la bebida no debe de sobrepasar los US\$0.35 para una presentación de 500ml.

Igualmente se requiere un enfoque diferente a la hora de su introducción, en donde se mencione aspectos como las cualidades y características nutricionales de la bebida, “ya que contiene las vitaminas necesarias para el cuerpo humano, su contenido es bajo en grasa y posee un valor alto en calorías convirtiéndola en una verdadera fuente de energía saludable mejorando así la calidad de alimentación de las personas que la consumen, todo esto por un bajo costo” (Nuila, 2,003).

Considerando un escenario optimista, basado en las encuestas realizadas de la aceptación de la bebida funcional; se puede establecer que el mercado hacia donde es dirigida la bebida funcional la acepta por su funcionalidad y por su precio, se puede obtener los ingresos anuales por venta de la bebida.

Conociendo la cantidad mensual de producto en botella, las semanas laborales y el precio del producto, se obtiene los ingresos por la venta de la bebida alcanzando este un valor de US\$963,471.60 anualmente. Ver anexo A32 sección S3<sup>40</sup> para mayor detalle de cálculos.

#### 9.6.4 Periodo simple de recuperación de la inversión

Conociendo la inversión, los costos y los ingresos anuales, así como los ahorros se puede determinar el periodo simple de recuperación de la inversión (PSRI). Primero se determinó la utilidad anual del proyecto para luego determinar el periodo simple de recuperación

$$\text{Utilidad Anual} = \text{Ingreso por ventas Anual} - \text{Costos Anuales}$$

Sustituyendo en la ecuación

$$\text{Utilidad Anual} = \text{US\$963,471.60} - \text{US\$775,398.80} = \text{US\$188,072.80}$$

La tabla 7.35 muestra el resumen los montos incurridos en el proyecto de cada una de las variables.

Tabla 9. 13 Inversión, utilidad y ahorros del proyecto

Item	Monto
Inversión	US\$226,800
Utilidad	US\$ 188,072.80

Fuente: elaboración propia

Calculando PSRI

$$PSRI = \frac{\text{Inversion}}{\text{Utilidad anual}}$$

Sustituyendo valores en la fórmula

$$PSRI = \frac{\text{US\$226,800}}{\text{US\$188,072.80}} = 1.20 \text{ años}$$

---

<sup>40</sup> Ingreso por ventas de bebida funcional

El periodo simple de retorno de la inversión muestra que la recuperación de lo invertido será en menos de 15 meses, esto se puede visualizar de mejor forma en el anexo A32 sección S4<sup>41</sup>, esto hace que el proyecto se convierta en una buena alternativa para el empresario que desee ser mas integral como empresa, ya que estará reutilizando una materia prima que en muchas empresas no es utilizado y considerado como desecho.

### **9.7 Evaluación ambiental del proceso de recuperación de la proteína del suero dulce lácteo utilizando el sistema de ultrafiltración.**

Para evaluar el impacto ambiental generado por el suero lácteo se tomó en cuenta lo mencionado por Recinos y Saz (2,006):

- ✓ El suero lácteo representa cerca del 22.9% de la aguas residuales generadas por las empresas lácteas
- ✓ El suero dulce lácteo cuenta con una Demanda Química de Oxígeno (DQO) de aproximadamente 55,200 mg/l (0.0552 Kg/lit) y una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) de aproximadamente 34,500 mg/l (0.0345 Kg/lit), estos valores de ser descargados sin previo tratamiento se encontrarán muy por encima de los permisibles por la ley.
- ✓ En detalle, 1 Kg de lactosa supone 1.13 Kg DQO, 1 Kg de proteína equivale a 1.36 Kg DQO y 1 Kg de grasa, 3 Kg DQO

En muchas ocasiones algunas empresas lácteas vierten el suero lácteo en un cuerpo receptor sin un tratamiento previo, generando un mayor impacto ambiental al hacerlo.

#### **9.7.1 Cantidad de proteína recuperada**

Retomando tanto los análisis físico-químicas del laboratorio realizado al suero lácteo dulce, muestra que este posee una cantidad de proteína del 0.73 g/100g, y considerando los ocho metros cúbicos de suero dulce lácteo generado, se puede obtener la cantidad de proteína contenida en el suero lácteo. Cabe aclarar que se tomó la cantidad de suero lácteo que alimenta el sistema, porque es el porcentaje real de proteína existente y de acuerdo al balance mostrado en la figura 9.2 el 99.96% de proteína es retenido por el sistema.

---

<sup>41</sup> Flujo de Efectivo

La cantidad de proteína al año es mostrada en la tabla 9. 13, así como también la cantidad DQO reducido por el uso de esta proteína. El anexo A32 sección S5<sup>42</sup> muestra en detalle los cálculos realizados para obtener la cantidad de proteína.

Tabla 9.14 Cantidad de proteína extraída del suero dulce lácteo

Beneficios ambiental	Cantidad (Kg)
Proteína anual	18, 676.32
DQO reducido por eliminación de proteína	25,399.79

Fuente: elaboración propia

### 9.7.2 Demanda Química de Oxígeno (DQO) reducida por la utilización del concentrado de suero dulce lácteo.

Para calcular la reducción de DQO generado para un procesamiento de ocho metros cúbicos de suero dulce lácteo, se retoma lo mencionado por Recinos y Saz (2,005), un litro de suero lácteo dulce equivale a una DQO de aproximadamente de 55,200mg/lit (0.0552Kg/lit), conociendo esto y sabedores que el sistema retiene el 17% del suero lácteo. Se procede a obtener la cantidad de DBO, dando como resultado lo mostrado en la tabla 9.14, el anexo A32 sección S6<sup>43</sup> muestra en detalle los cálculos realizados para la obtención del DQO reducido

Tabla 9.15 DQO reducido por la utilización de suero dulce lácteo

DQO reducido	Cantidad (Kg)
Diario	75.072
Anual	23,422.46

Fuente: elaboración propia

<sup>42</sup> Cantidad de proteína recuperada del concentrado de suero dulce lácteo en proceso de ultrafiltración

<sup>43</sup> Cantidad de DQO reducido por utilización del concentrado de suero dulce lácteo

### 9.7.3 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) reducida por la utilización del concentrado de suero dulce lácteo.

Para obtener la demanda biológica de oxígeno se procedió de la misma manera que el proceso de reducción de DQO, solo que para este caso se considero que un litro de suero lácteo equivale a un DBO<sub>5</sub> aproximadamente de 34,500 mg/lit (0.0345 Kg/lit). Los cálculos mostrados en el Anexo A32 sección S7<sup>44</sup>, dan como resultado lo mostrado en la tabla 9.15.

Tabla 9.16 DBO<sub>5</sub> reducido por la utilización de suero dulce lácteo

DBO <sub>5</sub> reducido	Cantidad (Kg)
Diario	46.92
Anual	14,639.04

Fuente: elaboración propia

Los procesos utilizados para recuperar proteína del suero dulce lácteo, permiten obtener un porcentaje de reducción en cuanto al impacto ambiental que se genera con el DQO y DBO<sub>5</sub> del suero que no se trata, se debe considerar que el suero lácteo sobrante (permeado) debe tratarse en una planta residual, con el fin de tratar de reducir el impacto ambiental.

---

<sup>44</sup> Cantidad de DBO<sub>5</sub> reducido por utilización del concentrado de suero dulce lácteo

**CAPITULO 10: MANUAL PARA LA RECUPERACIÓN DE PROTEÍNA DEL SUERO  
DULCE LÁCTEO UTILIZANDO EL SISTEMA DE ULTRAFILTRACIÓN.**



**MANUAL PARA LA  
RECUPERACIÓN DE  
PROTEÍNA DEL SUERO  
DULCE LÁCTEO  
UTILIZANDO EL  
SISTEMA DE  
ULTRAFILTRACIÓN**



Fotos fuente USdairy

**ÍNDICE**

<b>1.0 PREFACIO .....</b>	<b>1</b>
<b>2.0 OBJETIVOS DEL MANUAL .....</b>	<b>1</b>
<b>3.0 GENERALIDADES .....</b>	<b>2</b>
<b>4.0 PROCESO DE OBTENCIÓN DE PROTEÍNA.....</b>	<b>4</b>
<b>5.0 PROCESO DE OBTENCIÓN DE BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE CONCENTRADO DE SUERO DULCE LÁCTEO .....</b>	<b>7</b>
<b>6.0 ESPECIFICACIONES REQUERIDAS PARA UN SISTEMA DE TECNOLOGÍA DE MEMBRANAS.....</b>	<b>9</b>
6.1 ESPECIFICACIONES DE LA ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA: SUERO DULCE LÁCTEO .....	9
6.2 COMPOSICIÓN DE LA ALIMENTACIÓN .....	9
6.3 RECOMENDACIONES EN LA OPERACIÓN DE LA PLANTA DE ULTRAFILTRADO. ....	10
6.4 ESPECIFICACIÓN DE PARÁMETROS DE LIMPIEZA IN SITU: .....	12
6.4.1 <i>Condiciones de limpieza (CIP por sus siglas en inglés Clean In Place)</i> .....	12
6.4.2 <i>Pasos típicos para la limpieza (recomendados):</i> .....	12
<b>ANEXO: HOJAS DE REGISTRO DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>14</b>

## 1.0 PREFACIO

El presente manual recopila la información mínima necesaria para llevar a cabo la implementación del sistema de ultrafiltración para la recuperación de la proteína del suero dulce lácteo. Además incluye la utilización de la proteína como insumo para la manufactura de un producto de orden alimenticio como lo es una bebida funcional a base de proteína. El contenido de este manual es el resultado de la información recopilada a lo largo del proceso de graduación para optar al título de ingeniero industrial: **ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO EN EL SALVADOR A PARTIR DEL SUERO DULCE LÁCTEO UTILIZANDO EL SISTEMA DE ULTRAFILTRACIÓN**, y de lo recomendado por la empresa Gea Filtration.

El propósito de este manual es asistir al sector procesador lácteo con una nueva alternativa de elaboración de un producto a partir de la recuperación de proteína del suero dulce lácteo. Con ello se estará abonando a una nueva cartera de productos que conlleven posibles beneficios económicos para el empresario y a la vez se estará contribuyendo a la reducción de la cantidad de suero lácteo vertido al ambiente, que en algunos casos, no cuenta con un tratamiento previo. Adicionalmente el trabajo se enfoca en fomentar la nutrición de la población a través de las características nutritivas del suero lácteo.

## 2.0 OBJETIVOS DEL MANUAL

- Dar a conocer la información básica relacionada con el sistema de ultrafiltración
- Conocer el procedimiento de recuperación de la proteína del suero dulce lácteo utilizando el proceso de ultrafiltración
- Identificar los parámetros necesarios para que un sistema de ultrafiltración funcione de forma eficiente.
- Identificar los pasos a seguir en el proceso de utilización de la proteína recuperada de suero dulce lácteo como insumo para la elaboración de una bebida funcional con sabor a fresa.

### 3.0 GENERALIDADES

El suero lácteo dulce es el líquido remanente que queda de la fabricación de quesos, como es el caso del queso fresco, entre sus características presenta un pH entre 6.0 y 6.6. Para muchos, en El Salvador, el suero lácteo es considerado únicamente para suministrarse como alimentación de animales de corral, caso contrario es definido como un desecho que es vertido a un cuerpo receptor que en muchas ocasiones, no cuenta tratamiento previo, generado así una carga contaminante. En El Salvador para el año 2,007 se generaron 271, 979,306.97 Kg de suero lácteo.

La realidad de que el suero lácteo sea considerado como un desecho es diferente para la mayoría de países industriales, los cuales buscan un mejor trato al medio ambiente. Estos países han encontrado en el suero lácteo una fuente de insumos para la industria alimentaria, inyectándolo en una diversidad de productos y utilizándolo como sustitutos de algunos ingredientes con el fin de mejorar las características funcionales de los productos.

El suero lácteo posee una diversidad de características funcionales, entre ellas su alto contenido proteínico y de lactosa, las cuáles son buscadas por la industria alimentaria como materia prima para la elaboración de diversos productos. Existe una diversidad de técnicas de separación de los diversos componentes del suero lácteo como son la evaporación, desmineralización, intercambio iónico, electrodiálisis y la más reciente tecnología de membranas.

**Una membrana** se puede considerar como una barrera o película permeoselectiva entre dos medios fluidos, que permite la transferencia de determinados componentes de un medio al otro a través de ella y evita o restringe el paso de otros componentes; el transporte de componentes a través de ésta se realiza siempre aplicando una fuerza impulsora, dicha fuerza puede ser debida a gradientes de concentración, presión, temperatura o potencial eléctrico.

La tecnología de membranas, fue creada en la última mitad del siglo pasado como respuesta a la necesidad de producir alternativas tecnológicas más económicas y eficientes, ésta se ha consolidado como uno de los procesos mejor vistos para el reprocesamiento del suero lácteo. Ésta tecnología consiste en un proceso de flujo tangencial de separación de partículas, en donde el suero lácteo pasa por una membrana semi-permeable que retiene ciertas partículas de acuerdo a su estructura y tamaño de poro. El suero lácteo alimentado es dividido en dos flujos conocidos

como retenido y permeado, ambos con mucho potencial para ser utilizado como insumo para la elaboración de nuevos productos.

Entre las tecnologías de membranas se encuentran la osmosis inversa, microfiltración, ultrafiltración y nanofiltración, cada una diferente a la otra en el tamaño del poro de la membrana y la presión utilizada en el proceso.

***La ultrafiltración es un proceso físico-químico de separación en el cual una solución presurizada fluye sobre una membrana porosa. En el proceso, el agua y los solutos de bajo peso molecular, pasan a través de la membrana, formando el ultrafiltrado por efectos de la presión. Mientras tanto, las proteínas son retenidas por la membrana y se van concentrando junto con glóbulos grasos, bacterias y suspensiones de sólidos para formar el concentrado***

Los expertos en la materia recomiendan el uso del proceso de ultrafiltración para la retención de la proteína del suero lácteo. El tamaño de poro de estas membranas oscilan entre los 0.001 y 0.2µm, mientras que las presiones habituales de Ultrafiltrado oscilan entre 100 y 1000 kPa (1-10 atm).

***Ventajas del proceso de ultrafiltrado:***

- *Desarrollo de membranas robustas, sintéticas, de fácil limpieza y con propiedades uniformes.*
- *Desarrollo de equipo que permite operación continua.*
- *Bajos costos de operación.*
- *Requiere menos presión que la ósmosis reversa.*
- *Bajos costos de producción para los productos.*
- *Combinada con diafiltración permite alcanzar mayores concentraciones de proteína.*

Como se mencionó anteriormente, el manual está enfocado a la recuperación de proteína del suero dulce lácteo con en el uso de tecnología de membranas de ultrafiltración. A continuación se presentan las variables necesarias e involucradas en este proceso.

## 4.0 PROCESO DE OBTENCIÓN DE PROTEÍNA

Para poder obtener la proteína del suero dulce lácteo utilizando el sistema de ultrafiltración se requiere de una serie de pasos los cuales están formados por cuatro grande procesos como se muestra a continuación:



De los 4 grandes procesos mencionados se desglosan los siguientes pasos a seguir:

1. Realizar un tratamiento previo al suero dulce lácteo. Para ello, se hace pasar el suero lácteo a través del sistema de remoción de finos cuya función principal será remover los finos de queso que podrían haber quedado del proceso de elaboración de queso.
2. Centrifugar el suero lácteo sin finos para separar la grasa de la leche presente en el mismo.
3. Pasteurizar por un tiempo de 15 segundos a una temperatura de 74 °C, para evitar que la carga microbiana se eleve.
4. Almacenar en contenedores a una temperatura de 7 °C ó menor, ésta es la adecuada para evitar la activación de la carga microbiana.
5. Ultrafiltrar. Para ello, la planta de ultrafiltrado debe de poseer las siguientes características: una presión de 10 bar y una temperatura de 50°C. En ocasiones la adición de agua al flujo de suero lácteo, es necesaria con el fin de facilitar el permeado de algunos

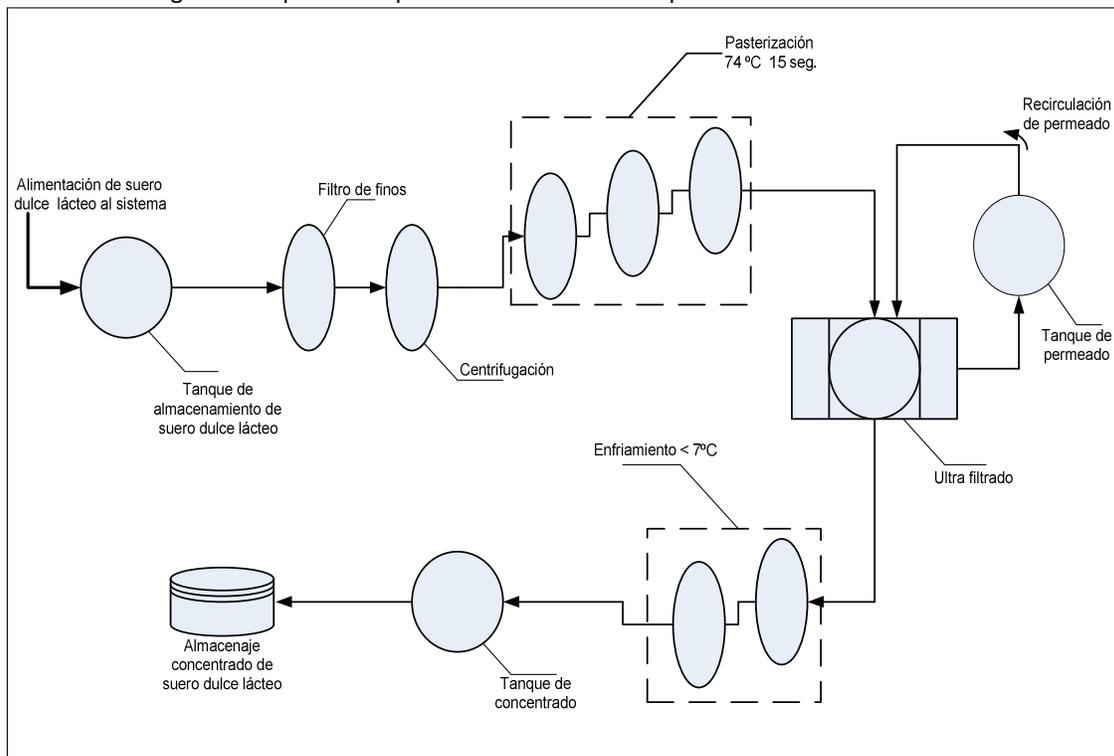
componentes a través de la membrana. En el proceso de ultrafiltrado se debe de tomar en cuenta el monitoreo de variables como temperatura, pH y presiones.

6. Trasladar el permeado (suero ultrafiltrado) hacia un contenedor de almacenamiento, el cuál que puede estar adaptado para la recirculación del flujo (permeado). Trasladar el concentrado a un tanque enfriador y luego a un tanque de almacenamiento.

En el anexo se muestra una serie de hojas de registro que pueden ser utilizadas para llevar un mejor control de los diferentes procesos requeridos tanto de la obtención de proteína, como la elaboración de la bebida y la limpieza del sistema.

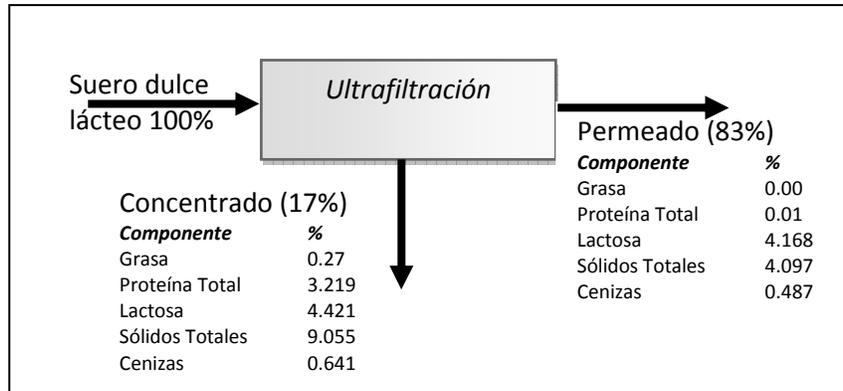
La Figura 1 muestra de forma esquemática el proceso de obtención de la proteína de suero dulce lácteo utilizando un sistema de ultrafiltración.

Figura 1. Esquema del proceso de obtención de proteína de suero dulce lácteo



Implementado el sistema, de acuerdo al balance de materiales mostrado en la figura 2, del 100% de suero lácteo que alimenta a la maquinaria de ultrafiltrado, un 17% será concentrado, mientras que el 83% restante será permeado, aunque la cantidad en volumen es mayor en el permeado, la cantidad de proteína en este es mínima en comparación con la retenida en el concentrado.

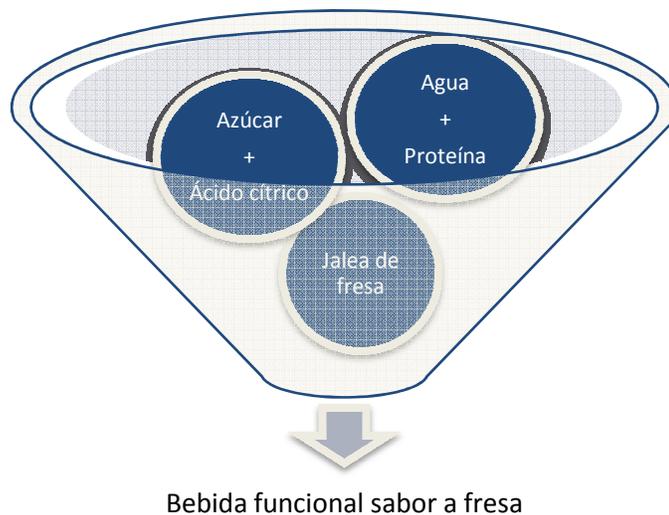
Figura 2 Balance de materiales de un sistema de ultrafiltración



## 5.0 PROCESO DE OBTENCIÓN DE BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE CONCENTRADO DE SUERO DULCE LÁCTEO

El concentrado con un alto porcentaje proteínico, será utilizado para elaborar una bebida a base de suero dulce lácteo con sabor a fresa. Para ello se debe seguir los siguientes procedimientos.

1. El concentrado almacenado, materia prima, se lleva hacia la mezcladora en donde se le agregan las materias primas complementarias, necesarias para la elaboración de la bebida funcional: Agua, azúcar, jalea de fresa y ácido cítrico.

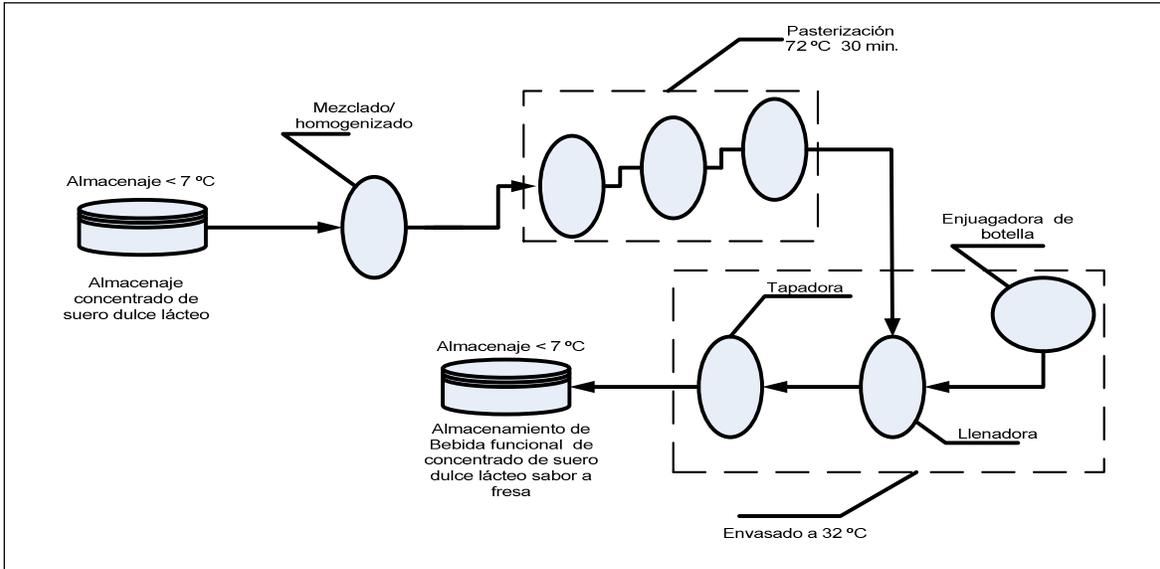


2. Agregados todos los ingredientes se homogeniza la mezcla, corroborando que esta no se le dejen grumos u otros sólidos dentro de ella. En caso que existan, se tamiza o filtra para reducir los sólidos.
3. La mezcla ya homogenizada es llevada hacia el proceso de pasteurización para evitar que la carga microbiana crezca. La pasteurización debe de ser de 30 minutos a una temperatura de 72°C.
4. La ahora bebida funcional, procede a ser agregada en los depósitos, previamente desinfectados o lavados, en los cuales será comercializado el producto. Seguido del llenado se procede al tapado de la recipiente.

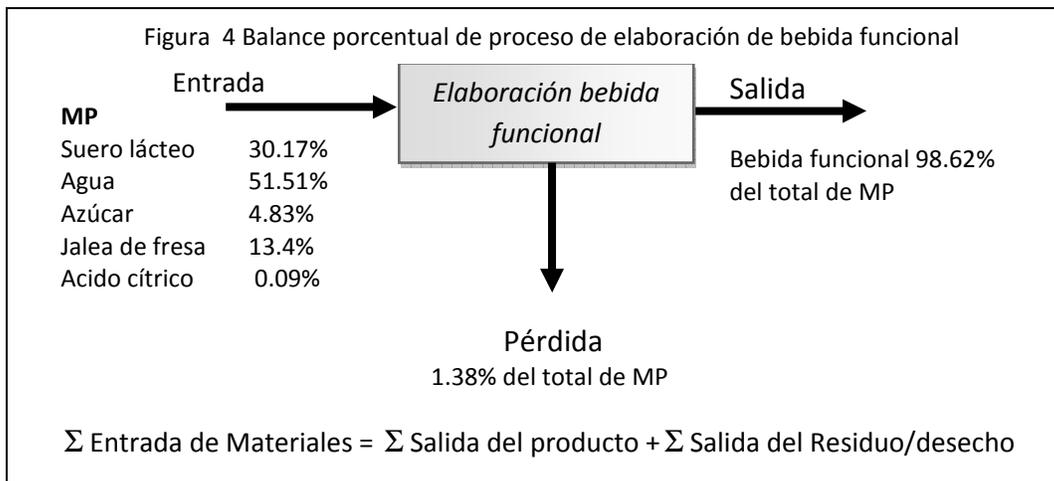
5. Finalmente la bebida es almacenada ya dispuesta para la venta. El almacenaje para una bebida es en frio y con una temperatura no mayor a los 7°C

La Figura 3 muestra de forma esquemática el proceso de elaboración de una bebida funcional de concentrado de suero lácteo dulce con sabor a fresa.

Figura 3 Esquema del proceso de elaboración de bebida funcional



La siguiente figura (figura 4) muestra el balance porcentual de la materia prima necesaria para realizar una bebida funcional con sabor a fresa utilizando el concentrado de suero dulce lácteo. A partir de este se obtiene la cantidad de bebida necesaria y la cantidad de proteína requerida del proceso de ultrafiltrado.



## **6.0 ESPECIFICACIONES REQUERIDAS PARA UN SISTEMA DE TECNOLOGÍA DE MEMBRANAS**

De acuerdo a GEA Filtration, compañía dedicada al diseño de plantas de tecnología de membranas, las especificaciones requeridas para un sistema de tecnología de membranas son:

### ***6.1 Especificaciones de la alimentación del sistema: suero dulce lácteo***

El suero únicamente deberá provenir de la producción de queso de leche de vaca con adiciones de cuajo y bacterias lácticas, libre de otro tipo de aditivo. Adicionalmente este deberá contar con un tratamiento previo a la recuperación de proteína a través del proceso de ultrafiltrado:

- ✓ El suero lácteo debe ser procesado lo más pronto posible si es drenado directamente. En caso que sea almacenado, no se debe tardar más de dos horas para llevarlo a procesamiento.
- ✓ Se recomienda realizar una eliminación de los finos de queso contenidos en el suero lácteo, que podrían haber quedado de la producción de este, por medio de un removedor de finos y/o clarificador.
- ✓ Posteriormente se procede a la eliminación y/o reducción de la grasa de la leche que se encuentra en el suero, utilizando una centrifugadora.
- ✓ Pasteurizar el suero lácteo con un máximo de temperatura de 74 °C/ 165 °F con un tiempo estimado de 15 segundos.
- ✓ Se sugiere que después de estos procesos, el suero lácteo debe ser almacenado en un sistema de tanques con una temperatura de 7 °C/45 °F, Estos tanques deben ser limpiados cuatro horas antes de su utilización. Para evitar que la carga microbiana crezca la temperatura de los tanques no debe sobrepasar los 63 °C/145 °F.

### ***6.2 Composición de la alimentación***

Las especificaciones del suero lácteo que alimentan al sistema deben ser:

- ✓ Finos de queso: Valor máximo 0.03% del volumen (100 ppm del peso)
- ✓ pH: Valor entre 5.9 y 6.3

- ✓ Valorización de acidez: Valor máximo 0.16 mg/l de ácido láctico.
- ✓ Grasa: valor máximo 0.06 – 0.08% por el método Mojonnier and Rose-Gottlieb.

Mientras que la composición estándar del suero dulce lácteo que alimenta al sistema debe ser como lo muestra la tabla 1:

Tabla 1 Composición estándar del suero dulce lácteo de acuerdo a GEA Filtration

Componente	Composición	
	%	PPM
Proteína real	0.60	
NPN (Nitrógeno)	0.20	
Lactosa	4.49	
Acido	0.15	
Ceniza	0.50	
Calcio		350
Fosfato		900
Sulfato		300
Cloruro		900
Potasio		1300
Sodio		450
Otros		800
Grasa	0.06	
TS	6.00	

La composición del concentrado del suero lácteo dependerá de la composición del suero lácteo que alimente el sistema, por tanto se recomienda seguir los valores determinados para que el proceso sea lo más eficiente posible. De acuerdo a lo mostrado el incremento de los componentes individuales es proporcional al incremento de los sólidos totales, con un valor estándar de TS (Total solids) de 6.0%.

### ***6.3 Recomendaciones en la operación de la planta de ultrafiltrado.***

Entre las especificaciones requeridas de los parámetros de operación en la planta de ultrafiltrado están:

- ✓ La presión mínima necesaria de operación con la que está diseñada la membrana es de 10 bar / 145 psi.

- ✓ La máxima temperatura de operación es de 50 °C /122 °F para el tipo de membrana utilizada. Por efectos de la carga bacteriana, el proveedor, recomienda que la temperatura de operación no debe ser menor de 30 °C/ 85 °F
- ✓ Con respecto a los sólidos concentrados, el valor máximo de sólidos dentro de la concentración debe ser de 28% TS. Para sólidos que contienen más de 18% es preferible que se consulte al proveedor.
- ✓ EL máximo de sólidos totales y la temperatura de operación poseen una gran influencia en la operación de la planta, por tanto se recomienda un control de estas variables.
- ✓ Los componentes de calcio poseen una gran tendencia a precipitar en altas temperaturas, mientras que la adición de ácido cítrico en la alimentación mejora la unión de los minerales y reduce el pH en 0.1 a 0.5, este se utiliza solamente si se requiere.
- ✓ Se recomienda que la cantidad de ácido cítrico utilizado sea de 0.05Kg por cada 1000 litros de suero lácteo con un porcentaje de 6% de Sólidos totales. Con eso se reducirá el pH en 0.1 unidades.
- ✓ La adición del ácido cítrico debe ser acorde a la calidad del suero lácteo, sólidos contenidos y la temperatura de operación. La tabla 2 muestra la forma de adición de la concentración de ácido cítrico de acuerdo a la temperatura y a la concentración de los sólidos totales en la muestra, considerando dos escenarios, uno de necesidad y obligación y otro de una posibilidad para realizar la dosificación:

Tabla 2 Adición de concentración ácido cítrico con respecto a la temperatura

Temperatura °C/°F	Concentración de sólidos totales (%)				
	< 9	< 12	< 15	< 18	> 18
10/50			Y	X	X
30/86		Y	X	X	X
40/104	Y	X	X	X	X

Donde:

X: La dosificación del ácido cítrico en la alimentación es necesaria

Y: Puede que la dosificación del ácido cítrico en la alimentación sea necesaria

## 6.4 Especificación de parámetros de Limpieza in situ:

### 6.4.1 Condiciones de limpieza (CIP por sus siglas en inglés Clean In Place)

Para la limpieza del sistema de membrana se recomienda lo siguiente:

- ✓ Presión de 5 bar/ 73 psi
- ✓ Temperatura máxima de 50°C /122°F
- ✓ pH de 2 a 11
- ✓ Ningun agentes oxidantes para la limpieza
- ✓ Tiempo para CIP de 3 a 4 horas

### 6.4.2 Pasos típicos para la limpieza (recomendados):

1. Enjuagar con agua
2. Realizar un Lavado alcalino con productos de pH 10.5-11, y temperatura de limpieza entre 105-122°F/ 40-50°C durante un periodo de 30 minutos.
  - Utilizar Limpiador caustico Utilizar tensio-activos aniónicos
3. Enjuagar con agua
4. Realizar un lavado ácido con productos de pH 2.0-2.2, la temperatura de limpieza debe se entre 105-122°F/ 40-50°C con un periodo de 30 minutos
5. Utilizar ácido nítrico
6. Enjuagar con agua

7. Realizar un lavado enzimático con productos de pH 9.0-10.0, la temperatura de limpieza debe ser entre 105-122°F/ 40-50°C con un periodo de 45 minutos.
  - Utilizar proteasa
  - Utilizar limpiador caustico
8. Enjuagar con agua
9. Realizar un lavado con agua re circulada con una temperatura de 105-122°F/ 40-50°C a una presión de 225psi/15.5 bar
  - No ejecutar la recirculación de las bombas, espere a que el sistema alcance el estado estacionario.
10. Realizar un lavado con sanitizante con productos de pH 3.2-3.9, la temperatura de limpieza no debe ser caliente, el periodo de lavado debe ser de 15 minutos
  - Utilizar persevante
  - La solución desinfectante no debe ser vaciada del sistema por lo menos una hora antes del comienzo de la producción
11. Enjuagar con agua antes de la producción

## Anexo: Hojas de registro de información

### REGISTRO DE DATOS PARA EL PROCESO DE PREFILTRADO

REGISTRO DE DATOS PARA EL PROCESO DE PREFILTRADO (Diario)						
Suero lácteo dulce		Área de filtrado (m <sup>2</sup> ): _____		Fecha: _____		
pH: _____				Encargado: _____		
Firma						
Corrida	Tiempo (min)	Entrada Suero lácteo (g)	Concentrado (g)	Tiempo (min)	Permeado (g)	Sólidos totales (g)
Observaciones:						

Fuente: Elaboración propia

### REGISTRO DE DATOS PARA EL PROCESO DE CENTRIFUGADO

REGISTRO DE DATOS PARA EL PROCESO DE CENTRIFUGADO (Diario)						
Suero lácteo dulce		Fecha: _____				
pH: _____		Encargado: _____				
Firma						
Corrida	Cantidad de Suero lácteo filtrado (permeado)	Entrada Suero lácteo (g)	Velocidad (rpm)	Tiempo (min)	Remoción(g)	Suero Salida(g)
Observaciones:						

Fuente: Elaboración propia



## REGISTRO DE DATOS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL

REGISTRO DE DATOS DEL PROCESO DE ELABORACION DE LA BEBIDA FUNCIONAL (Diario)				
Bebida con sabor a fresa, utilizando el concentrado de proteínas de suero lácteo dulce.			Fecha: _____	
			Lote: _____	
% Concentrado de proteína: _____	Cantidad a elaborar: _____	Encargado: _____ Firma		
Ingredientes	Unidad	Operación	Unidad	Observaciones
Pesado de Concentrado (gr)		Tiempo de tamizado (min)		
Pesado de Agua purificada (gr)		Pesado de Residuos del tamizado (gr)		
Pesado de Azúcar (gr)		Tiempo de pasteurización (min)		
Pesado de Jalea de fresa (gr)		Temperatura de pasteurización (min)		
Pesado de Ácido cítrico (gr)		Cantidad de producto (unidades)		
Mezclado de todos los ingredientes (gr)		Cantidad de producto desechado (unidades)		

Fuente: Elaboración propia

## REGISTRO DE DATOS DE LA GENERACION DE RESIDUOS DE DIFERENTES OPERACIONES Y SU DISPOSICIÓN

REGISTRO DE DATOS DE GENERACION DE RESIDUOS (Mensual)			
Mes: _____		Fecha: _____	
Observaciones: _____		Producción en este mes: _____	
		Encargado: _____	
Origen/Operación	Descripción	Cantidad (unidades)	Destino
Observaciones: _____			

Fuente: Elaboración propia

## REGISTRO DE DATOS DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

REGISTRO DE DATOS DE LAS CONDICIONES DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO (Diario)								
Nº de inspección _____				Fecha: _____				
				Encargado: _____ Firma				
Operación	Cantidad producida (g)	Temperatura (°C)		Tiempo (min)		Condiciones de almacenamiento Bebida		
		Tanque enfriador	Tanque almacenaje	Tanque enfriador	Tanque almacenaje	Ítem	óptimo	No óptimo
Concentrado de proteína						Estado de la estructura		
Permeado						Inocuidad del producto		
Bebida						Cumplimiento de las normas de manipulación.		
Requerimientos: ✓ Almacenar en contenedores a una temperatura de 7 °C ó menor, ésta es la adecuada para evitar la activación de la carga microbiana. ✓ El almacenaje para una bebida en frío es de una temperatura no mayor a los 7°C.						Cumplimiento de las condiciones sanitarias.		
Observaciones:								

Fuente: Elaboración propia

REGISTRO DE DATOS PARA LA LIMPIEZA.

HOJA DE REGISTRO PARA LA LIMPIEZA (Diario)						
Registro Proceso de limpieza de la planta de ultrafiltrado				Fecha: _____ Hora: _____ Encargado: _____ Firma		
Planta de ultra filtrado				Membrana		
Actividad realizada	Tiempo (min)	Requerimientos		Observaciones	Actividad	Chequeo
		Temperatura (°C)	pH			
Enjuague <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	No aplica	No aplica		Presión utilizada	5 bar <input type="checkbox"/>
Lavado Alcalino <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40-50°C <input type="checkbox"/>	10.5-11 <input type="checkbox"/>		Temperatura	50°C <input type="checkbox"/>
Enjuague <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	No aplica	No aplica		pH	2 a 11 <input type="checkbox"/>
Lvado acido <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40-50°C <input type="checkbox"/>	2.0-2.2 <input type="checkbox"/>		Tiempo	3 a 4 Horas <input type="checkbox"/>
Enjuague <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	No aplica	No aplica		Nota: para el sistema de membrana no se debe usar ningún agente oxidante.	
Lavado Enzimatico <input type="checkbox"/>	45 <input type="checkbox"/>	40-50°C <input type="checkbox"/>	9.0-10.0 <input type="checkbox"/>			
Enjuague <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	No aplica	No aplica			
Agua recirculada <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	40-50°C <input type="checkbox"/>	No aplica			
Sanitizante <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	25°C <input type="checkbox"/>	3.2-3.9 <input type="checkbox"/>			
Enjuague <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	No aplica	No aplica			

Fuente: Elaboración propia

## V. Conclusiones

Finalizado el documento con las evaluaciones técnico-económicas y ambientales de la investigación aplicada para la elaboración de un producto alimenticio en El Salvador a partir del suero dulce lácteo utilizando el sistema de ultrafiltración, se puede concluir:

- ✓ Las empresas salvadoreñas del sector procesador de lácteos poseen poco conocimiento sobre el uso del suero lácteo en cuanto a los beneficios que éste aporta, motivo por el cual se deja de recuperar gran parte de la proteína contenida en el mismo, causando así un enorme potencial de contaminación a los efluentes donde éste es vertido.
- ✓ De acuerdo a pruebas realizadas en el proceso de ultrafiltrado para obtener la proteína, se logró alcanzar un mejor resultado realizando procesos previos a éste, tales como la remoción de finos de queso y la de centrifugación, comparado con los resultados de las pruebas que no utilizaron ningún proceso previo.
- ✓ Para determinar la caracterización del suero dulce lácteo se realizó un análisis físico-químico, obteniendo los siguientes resultados: pH de 6.15, proteína 0.73 g/g muestra, ceniza 0.56%, humedad 92.99%, siendo estos parámetros favorables para obtener la proteína, de acuerdo a los valores teóricos de la caracterización del suero dulce empleado en el proceso de ultrafiltrado.
- ✓ De acuerdo a los análisis físico-químicos de la muestra de proteína, el sistema de ultrafiltración simulado, logró recuperar 5.5% de proteína del suero dulce lácteo, sin embargo teóricamente se obtiene un 17% de remoción. El bajo rendimiento de retención fue debido a variables como la gelificación, la cual saturó los poros de la membrana interrumpiendo así el flujo continuo de las partículas a través de ésta.
- ✓ Las proteínas son esenciales en la dieta alimenticia del ser humano, y de acuerdo a los análisis físico-químicos que se realizaron en la bebida elaborada con proteína de suero dulce, se obtuvo que tiene un valor de 0.67 g proteína/100g muestra, éste parámetro permite estimar el valor

nutritivo que aporta la bebida con sabor a fresa de acuerdo a la ingesta diaria recomendada de proteínas.

- ✓ Se determinó que el producto alimenticio más viable a elaborar con la proteína recuperada del suero dulce, según los habitantes de la zona metropolitana de San Salvador, es una bebida, ya que es una forma más fácil de poder consumirla.
- ✓ La evaluación técnico-económica determinó que para un procesamiento diario de 8 m<sup>3</sup>/día de suero lácteo se requiere una inversión total de US\$ 226,800, y teniendo como resultado una utilidad anual de US\$188,072.80, en función de costos operativos e ingresos anuales por venta de la bebida con un período simple de retorno de 15 meses de la inversión.
- ✓ Ambientalmente el proyecto logra reducir potencialmente de manera significativa la descarga de DQO y DBO<sub>5</sub> a los cuerpos receptores, con valores de reducción anuales de 24,005.28Kg y 15,004.08Kg. respectivamente, adicionalmente se obtendría una cantidad de proteína anual de 24,005.28Kg.

## VI. Recomendaciones

- ✓ El empresario salvadoreño del sector procesador de lácteos debe optar por técnicas de producción que le permitan generar más ingresos utilizando los mismos recursos de los que dispone, se sugiere que se evalúen los beneficios que puede proporcionar la proteína obtenida del suero dulce lácteo, y al mismo tiempo considerar la contribución que se tendría en la reducción de descarga contaminante a los efluentes.
- ✓ Evaluar y considerar los tratamientos previos al proceso de ultrafiltrado, con el fin de que el proceso sea más eficiente en la recuperación de proteína, la evaluación deberá de realizarse con un enfoque de tecnologías disponibles basadas en la caracterización del suero lácteo a utilizar.
- ✓ Realizar periódicamente análisis físico-químico del suero lácteo que estará disponible para la recuperación de proteína, con el fin de lograr una caracterización estándar del mismo, ya que de esto dependerán la cantidad de concentrado de proteína que se obtengan del proceso de ultrafiltrado.
- ✓ La empresa que decida optar por el empleo del suero dulce lácteo para la obtención de proteína y elaboración de productos alimenticios, deberá evaluar la cantidad de proteína que requerirá la formulación de su producto alimenticio, considerando los otros componentes que la complementen.
- ✓ Para una empresa que decida recuperar proteína del suero dulce lácteo, y elaborar un producto alimenticio a partir de éste, que evalúe por medio de encuestas, estudio de mercado u otro análisis, el producto alimenticio a comercializar, ya que la decisión dependerá de la demanda de la población en función de la zona donde se distribuirá.
- ✓ El uso de nuevas tecnologías más eficientes y limpias, en muchas ocasiones requiere de una gran inversión, por tanto se recomienda que es importante cotizar con diferentes proveedores, ya

que los precios varían en el mercado, y evaluar a partir de ello el costo-beneficio que se obtendría con el proyecto.

- ✓ Considerar las ventajas que se obtienen al aplicar tecnologías limpias en el área de producción, tanto a nivel empresarial como social, ya que de esa forma el empresario tiene nuevas visiones con respecto a la innovación de sus productos alimenticios, y esto le permitirá seguir creciendo y evolucionando.

## VII Glosario

$\alpha$ -LACTOALBUMINA: “La  $\alpha$ -lactoalbúmina es una proteína sérica globular de bajo peso molecular que pertenece a la familia de las metaloproteínas” ( Hiroaka, 1980).

$\beta$ -LACTOGLOBULINA: “La  $\beta$ -Lactoglobulina es una pequeña proteína globular. En la leche de los rumiantes la proteína nativa se encuentra formando dímeros lo que le confiere propiedades de unión a diferentes moléculas hidrofóbicas” (Hambling, 1,992).

ADI: Agricultura Development International; Desarrollo de la Agricultura Internacional.

ANÁLISIS QUÍMICO: Conjunto de técnicas y procedimientos empleados para identificar y cuantificar la composición química de una sustancia.

ASILECHE: Asociación Salvadoreña de Ganaderos e Industriales de la Leche.

BMI: Banco Multisectorial de Inversiones de El Salvador.

CAMAGRO: Cámara Agropecuaria y Agroindustrial de El Salvador.

CARBOHIDRATOS: “Un compuesto químico compuesto por Carbono, Hidrógeno y Oxígeno. El almidón, el azúcar y la celulosa son los carbohidratos más comunes que aportan energía.” (GEA Filtration diccionario)

CENSALUD: Centro de Investigaciones y Desarrollo en Salud.

CENTA: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal de El Salvador.

CENTRÍFUGA/ CENTRIFUGADORA: “Aparato que utiliza la fuerza centrífuga para separar partículas de una suspensión” (GEA Filtration diccionario)

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de El Salvador

CASEINA: Proteína de la leche, rica en fósforo, que, junto con otros componentes de ella, forma la cuajada que se emplea para fabricar queso.

CONCENTRADO: “El flujo que no atraviesa las membranas en un sistema de filtración de flujo cruzado (Retenido)” (GEA Filtration diccionario).

CONTAMINACION: “La presencia o introducción al ambiente de elementos nocivos a la vida, la flora o la fauna, o que degraden la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo o de los bienes y recursos naturales en general, conforme lo establece la ley” (Diario Oficial República de El Salvador, 1,998).

CONTAMINANTE: “Toda materia, elemento, compuesto, sustancias, derivados químicos o biológicos, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos en cualquiera de sus estados físicos que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier otro elemento del ambiente, altere o modifique su composición natural y degrade su calidad, poniendo en riesgo la salud de las personas y la preservación o conservación del ambiente” (Diario Oficial República de El Salvador, 1,998).

CUAJO: “Es la enzima que se añade a la leche como el primer paso en el proceso de elaboración de los quesos. Esta enzima reacciona con la k-caseína de la leche. Esta, en presencia de iones de calcio, provoca la coagulación de la caseína para la formación de la cuajada” (GEA Filtration diccionario).

DAÑO AMBIENTAL:” Toda pérdida, disminución, deterioro o perjuicio que se ocasione al ambiente o a uno o más de sus componentes, en contravención a las normas legales. El daño podrá ser grave cuando ponga en peligro la salud de grupos humanos, ecosistema o especies de flora y fauna e irreversible, cuando los efectos que produzca sean irreparables y definitivos” (Diario Oficial República de El Salvador, 1,998).

DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno): Se define como la necesidad de oxígeno para la descomposición de la materia orgánica que aportan las aguas residuales vertidas en un cuerpo de agua limpio.

DESECHOS: “Material o energía resultante de la ineficiencia de los procesos y actividades, que no tienen uso directo y es descartado permanentemente” (Diario Oficial República de El Salvador, 1,998).

DIASFILTRACION “Es una modificación de la Ultrafiltración en la cual se adiciona agua a la alimentación con el fin de facilitar el permeado de algunos componentes a través de la membrana (principalmente lactosa y minerales)” (Gea Filtration diccionario).

DISPOSICIÓN FINAL: "Eliminación física, o transformación en productos inocuos de bienes nocivos o peligrosos para el ambiente, el equilibrio de los ecosistemas y la salud y calidad de vida de la población, bajo estrictas normas de control" (Diario Oficial República de El Salvador, 1,998).

DQO (Demanda Química de Oxígeno): "Cantidad de oxígeno requerido para la descomposición completa de la materia orgánica utilizando agentes químicos" (CNPML, 2,003).

DYGESTIC: Dirección General de Estadísticas y Censos de El Salvador.

EFLUENTE: "Generalmente se refiere al producto de desecho que se genera durante el proceso de filtración. Típicamente tiene niveles medibles a considerar como DBO, minerales, sólidos suspendidos totales (SST), Conductividad eléctrica (CE), etc" (GEA Filtration diccionario).

EVAPORACIÓN: "Evaporación es el proceso mediante el cual los átomos o moléculas en estado líquido (o estado sólido si la sustancia es sublimada) gana suficiente energía para pasar al estado gaseoso. En otras palabras, el proceso por el cual un líquido cambia a gas. (Vaporización: es el proceso de transformarse en vapor; deshidratación: es el proceso de extraer la humedad)" (GEA Filtration diccionario).

FAO: Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FEDA: Fideicomiso Especial para el Desarrollo Agropecuario.

FLUJO CRUZADO (TANGENCIAL)" Método de filtración donde el flujo del producto es paralelo a la superficie del filtro para minimizar el taponamiento y maximizar la eficiencia" (GEA Filtration diccionario).

FLUJO DIRECTO: "Método de filtración en el cual el producto se alimenta directamente al medio filtrante" (GEA Filtration diccionario).

GALACTOSA: "La galactosa es un monosacárido o azúcar simple que se encuentra fundamentalmente en la lactosa" (Sociedad española de errores Innatos del metabolismo, 2,003).

GLUCOSA: La glucosa o dextrosa, es un azúcar o hidrato de carbono elemental a partir del cual el organismo obtiene energía de rápida utilización.

GRASA: “Es un componente de la leche con características bastante complejas. Sirve como medio de transporte a las vitaminas liposolubles (A, D, E y K), contiene más ácidos grasos de cadena corta (facilita la digestión) en comparación con otras grasas, tiene relación directa con el sabor de la leche y afecta la textura de los productos generados a partir de la misma” (REVILLA, A. 1,985).

HATO: Porción de ganado mayor o menor: *hato de vacas*.

IMPACTO AMBIENTAL: “Cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocadas por acción humana o fenómenos naturales en un área de influencia definida” (Diario Oficial República de El Salvador, 1,998).

INMUNOGLOBULINA<sup>45</sup> (Ig): Es una proteína producida por las células plasmáticas, una parte esencial del sistema inmune. Las inmunoglobulinas se unen a sustancias extrañas (antígenas) y ayudan a destruirlos. Las clases de inmunoglobulinas son IgA, IgG, IgM, IgD e IgE

IgA, IgE, IgG e IgM: inmunoglobulina A, inmunoglobulina E, inmunoglobulina G e inmunoglobulina M

LECHE: Es una secreción láctea, obtenida de una o más vacas en buen estado de salud, la cual debe de poseer no menos de 3.25 % de grasa y no menos de 8.25 % de sólidos no grasos.

LACTOSA: Azúcar que contiene la leche, formado por glucosa y galactosa.

MEDIO AMBIENTE: “El sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, con los individuos y con la comunidad en la que viven, determinando su relación y sobrevivencia, en el tiempo y el espacio” (Diario Oficial República de El Salvador, 1,998).

MENBRANA: “Término usado al referirse a la barrera semipermeable que puede separar una mezcla en fracciones” (GEA Filtration diccionario).

MICROFILTRACIÓN: “La microfiltración es un proceso dependiente de la temperatura, retiene sólidos disueltos y otras sustancias del agua en menor medida que la nanofiltración y la ósmosis inversa. Las membranas usadas para la microfiltración tienen un tamaño de poro de 0.1 – 10 µm. La microfiltración

---

<sup>45</sup> International Myeloma Foundation (1,992). London. Consultado 16 feb. 2,008. Disponible en <http://myeloma.org/main.jsp?type=article&id=1002>

puede ser aplicada a muchos tipos diferentes de tratamientos de agua cuando se necesita retirar de un líquido las partículas de un diámetro superior a 0.1 mm" (Lenntech, 1,998)

MICRÓN: "La millonésima parte de un metro. Los sistemas de filtración típicamente usan el micrómetro ó micrón como medida base" (GEA Filtration diccionario).

NANOFILTRACIÓN (NF): "Se caracteriza por tener un rango de corte de peso molecular (MWCO) menor de 100 a 1000. La membrana de la NF retiene todos los solutos del salvo los iones cargados monovalentes. El permeado es agua, sales monovalentes y algunos ácidos orgánicos que imitan la estructura tetraédrica del agua" (Lenntech, 1,998).

ÓSMOSIS: "Paso de disolvente pero no de soluto entre dos disoluciones de distinta concentración separadas por una membrana semipermeable" (Lenntech, 1,998).

ÓSMOSIS INVERSA: Es la utilización de membranas muy estrechas y altas presiones de operación para separar el agua de todos los demás componentes del suero (Lenntech, 1,998).

PÉPTIDO: "Es la familia de moléculas formadas de la unión de, en un orden determinado, de varios aminoácidos mediante enlaces amida, más cortos que los típicos carbón - nitrógeno" (GEA Filtration diccionario).

PERMEABLE: "Capaz de ser permeada, dadas las aperturas o poros que permiten a los líquidos o gases el atravesarla" (GEA Filtration diccionario).

PERMEADO: "Los productos no concentrados resultantes de la filtración. Producto que pasa a través de la membrana." (GEA Filtration diccionario)

pH (potencial de Hidrógeno): "Índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución" Diccionario de la real academia de la lengua Española (2,001). Entre 0 y 7 la disolución es ácida, y de 7 a 14 la disolución es básica.

PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS: Son el conjunto de descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, como por ejemplo su sabor, textura, olor color . Todas estas sensaciones producen al comer una experiencia agradable o desagradable.

PIB: Producto Interno Bruto.

PIBA: Producto Interno Bruto Agrícola.

PROLECHE: Asociación de Productores de Leche de El Salvador.

PROTEINA: Están formadas por polímeros de  $\mu$ -aminoácidos, además pueden contener otros compuestos. Su estructura básica son aminoácidos unidos por un enlace peptídico entre cada grupo amino y carboxilo. Las proteínas participan en un gran grupo de reacciones químicas tales como oxidación, reducción, hidrólisis y desaminación entre otras.

PRUEBA: “Ensayo o experimento que se hace de algo, para saber cómo resultará en su forma definitiva” Diccionario de la real academia de la lengua Española (2,001).

RETENIDO: “Es el producto que no atraviesa la membrana durante el proceso de filtración, también llamado concentrado” (GEA Filtration diccionario).

QUESO: “Es uno de los productos obtenidos de la leche, el cual está basado en una coagulación de la proteína y posterior eliminación del suero. Tiene por finalidad recolectar los sólidos de la leche y preservarlos por largo tiempo” (ALAIS, 1,985).

QUESOS NATURALES: “Se clasifican en siete categorías básicas según su textura o grado de humedad: frescos jóvenes, con corteza natural, corteza blanda y blanca, semi curados o semi blandos, cortezas firmes o duras, azules y aromatizadas” (Gustavo Jiménez, 2,006).

RECURSOS NATURALES: “Elementos naturales que el hombre puede aprovechar para satisfacer sus necesidades económicas, sociales y culturales” (Diario Oficial República de El Salvador, 1,998).

SEMIPERMEABLE “Que permite el paso selectivo de los componentes, tal como el solvente/agua mientras que evita el paso de otros tales como los solutos.” (GEA Filtration diccionario)

SISTEMAS CLEAN IN PLACE (CIP), LIMPIEZA EN SITIO: “Es un proceso automatizado de limpieza, diseñado para cumplir con los estándares aplicables, como el 3A Sanitary Standards y prácticas aceptadas. Cada sistema de proceso es diferente y por esta razón no existen dos sistemas Clean-in-Place iguales” (GEA Filtration diccionario).

SÓLIDOS TOTALES (ST): “Es la cantidad de sólidos totales disueltos en un fluido y expresados en porcentaje” (GEA Filtration diccionario).

SOLUTO: “Es un sustancia disuelta” (GEA Filtration diccionario).

SOLVENTE “Es un sustancia en estado líquido capaz de disolver otras sustancias” (GEA Filtration diccionario).

SUERO LACTEO: “Se denomina suero al líquido remanente tras la precipitación y separación de la caseína de la leche durante la elaboración del queso” (Recinos y Saz, 2,006).

TAMAÑO DE PORO: “Es el tamaño del conducto o canal de la membrana” (GEA Filtration diccionario)

TONELADA METRICA (TM): Una tonelada métrica equivale a 1000 Kg (2205 libras), es utilizada en el Sistema Ingles (SI).

UCA: Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas".

UES: Universidad de El Salvador.

ULTRAFILTRACIÓN: “Es un proceso de separación que emplea membranas, en el cual el tamaño de poro es más abierto, resultando en el paso de moléculas de azúcar y sales. Es un proceso a presión que rechaza moléculas con peso molecular >1000 Daltones. Los procesos típicos pueden ser la mejora de la calidad microbiológica de la leche, reducción de esporas, disminución de costos de transporte al concentrar en planta la leche, etc. El uso más común actualmente es la producción de concentrado de proteína desuero (WPC por sus siglas en inglés).WPC: Whey Protein Concentrates” (GEA Filtration diccionario).

## VIII Bibliografía

### 5.1 Documentos consultados

1. ALAIS, Ch. (1,985). Ciencia de la Leche. Principios de Técnica Lechera. Editorial REVERTE. Barcelona, España.
2. Antonio Madrid Vicente (1996). Curso de Industrias Lácteas. Mundi-Prensa Libros S.A. Madrid, España.
3. Bernard, Jacob (1,998) Manual de nutrición y atención metabólica en el paciente. Editorial McGraw-Hill México D.F.
4. BMI (2,004). Estudio de la cadena agroproductiva del sector lácteo en El Salvador. El Salvador.
5. BMI (2,006). Estudio de la cadena agroproductiva del sector lácteo en El Salvador. El Salvador.
6. Bustos Coral, Holman (2,006) proyectos factibles o proyectos viables. Consultado 16 may. 2,008. Disponible en <http://www.gestiopolis.com/canales6/emp/proyectos-factibles-o-viables.htm>
7. Centro De Información Tecnológica, 2,004. Normas Técnicas del IICA. Cuarta edición. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Centro De Información Tecnológica. Costa Rica.
8. Centro De Promoción De Tecnologías Sostenibles, 2,005. Guía Técnica General de Producción Más Limpia. Bolivia.
9. Cervantes Ocampo (2,000). Estudio de algunas características de las cepas de levaduras y de su rendimiento celular utilizando un medio de cultivo a base de suero lácteo. Universidad de Belgrano, Buenos Aires Argentina.
10. CNPML (2,003). Producción más limpia en el sector Lácteo. El Salvador-CNP+L, Guatemala-FHBB.
11. CNPML (2,007) G2 000.003 Formato de evaluación preliminar. El Salvador
12. CONACYT (1,996) Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor, El Salvador.
13. CONACYT (2,006) "Estándares de calidad. Café tostado en grano y café tostado y molido". El Salvador.
14. CONACYT. Año desconocido, "Norma Salvadoreña Productos Lácteos Cremas Lácteas Pasteurizadas para el Consumo Directo. Especificaciones". El Salvador.

15. Consejería de Agricultura y Pesca, 2,006. Guía de buenas prácticas ambientales para Industrias de producción ecológica. Publicación: Vice consejería. Servicio de Publicaciones y Divulgación. Colección: Agricultura. Serie: Agricultura ecológica. España.
16. CPML (Junio 2,004). Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta procesadora de bebidas para infantes a base de lacto-suero, Nicaragua.
17. CPML (2,004). Manual de buenas prácticas operativas de producción más limpia para la industria láctea, PROARCA, Nicaragua.
18. Christian Buser, FHBB, mayo 2,003: "Whey, too valuable to pour down the drain...", Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, Centro Nacional de Producción Más Limpia El Salvador y FHBB. Documento suministrado por la Magister Verónica Díaz.
19. Diario Oficial República de El Salvador (1,998). Ley de Medio Ambiente. Tomo No. 339, Número 79. San Salvador, El Salvador.
20. FAO, 1991. "Norma General Del Codex Para El Etiquetado De Los Alimentos Preenvasados". CODEX STAN.
21. Fernández, I. (2,000). Unidad de Nutrición Clínica y Dietética. Publicado en saludalia.com. Hospital Universitario La Paz. Madrid.
22. Flujo de Fluidos y Balance de Energía: Redes de Tuberías, 2,001. Universidad de Oxford round table, Disponible en <http://procesos.netfirms.com/informe/node7.html>, Consultado el 15 de mayo de 2,008.
23. GEA filtration diccionario. Diccionario de Terminología de Filtración. Consultado 01 de Octubre de 2,008. Disponible en <http://www.geafiltration.com/Espanol/inicio.html>
24. GEA Mechanical Separation GmbH Division Westfalia. Process lines for processing whey. Alemania.
25. Grasselli, Navarro del Cañizo, Lahore, Miranda, Camperi y Cascone. (Nov. - Dic. 1,997) ¿Qué hacer con el suero del queso?/Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy. Volumen 8 - Nº43. Argentina.
26. Gustavo Jiménez (2,006). Curso la cocina de los quesos. Consultado el 1 may. 2,008. Disponible en <http://www.mailxmail.com/curso/vida/cocinaquesos/capitulo1.htm>
27. Hiroaka, Y.; Segawa, T.; Kuwajima, K.; Sugai, S.; y Murai, N. (1,980) Alphalactalbumin: a calcium metallo-protein. Biochemical and Biophysical Research Communications, 93: 1098-1104.
28. Hambling, S.G., McAlpine, A.S., y Sawyer, L. (1,992) Beta-lactoglobulin. Advanced Dairy Chemistry, edited by P.F. Fox, vol.1, Proteins, 2nd edn, pp.141-190. London: Elsevier Applied Science.
29. Judkins (1,984) CECSA. La Leche, Su producción y procesos industriales. México D.F.

30. Koch membrane Systems. Literature & software. Consultado el 09 de agosto de 2008. Disponible en <http://www.kochmembrane.com/es.html>
31. Lenntech (1,998-2,008). Agua residual & purificación del aire. Holding B.V., Holanda.
32. Laínez (2,008). "Registro Sanitario de Alimentos y Bebidas". CONAMYPE. El Salvador.
33. López et al (1,993). Biotecnología alimentaria. Editorial Limusa. México D.F.
34. López et al (2,003). Manual de industrias lácteas. Mundi-Prensa Libros. Madrid España.
35. Mercado Salvador (1,997). Principios y aplicaciones para orientar la empresa hacia el mercado. Publicado por Editorial Limusa.
36. Medellín Pedro, (2,001). Balance de materia y energía para la auditoría ambiental en Universidades. Publicado por: Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México.
37. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 1,988. "Código de Salud". Decreto N° 955. Asamblea Legislativa de la República de El Salvador. El Salvador.
38. Nuila José Roberto (2,003) Suero un subproducto de la industria de quesos que posee un gran valor económico y nutricional. CNPML El Salvador.
39. Orsy Campos (9 de julio de 2,005). El maná que nadie quiere. El Diario de Hoy, publicación en la sección HABLEMOS.
40. Pereda, S. (2,005). Utilización del sistema CATALIX® (basado en la activación del sistema lactoperoxidasa) como tratamiento higienizante de frutas y hortalizas para su comercialización. Agencia española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN).
41. Ranken, M. (1,988). Manual de industrias de los alimentos. Segunda edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.
42. Ravela y Fernández (1,998). Metodología de la investigación social. Publicado en el Dpto. de Investigación CNEP, México.
43. REVILLA, A. 1,985. Tecnología de la leche. Procesamiento Manufactura y Análisis. IICA. San José, Costa Rica.
44. Scott, R. (1,991). Fabricación de queso. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España.
45. Sociedad española de errores Innatos del metabolismo (2,003). GALACTOSEMIA; PDF creado para la web el 26 de Abril. Consultado el 15 mar. 2,008. Disponible en [www.eimaep.org](http://www.eimaep.org)

46. Universidad Nacional de Quilmes (2,007). Maneras de aprovechar el suero de quesería. Publicado en: Notas y reportajes del sitio en Internet INFOLECHE de la Federación Panamericana de Lechería, FEPALE. Argentina.
47. Verónica Engler (2,003). Publicado en Centro de Divulgación Científica - SEGBE – FCEyN.
48. Zavala Pope José Mauricio (2,005). Manual de centros de acopio y pasteurización, en pequeña escala. Perú.

## 5.2 Tesis Consultadas

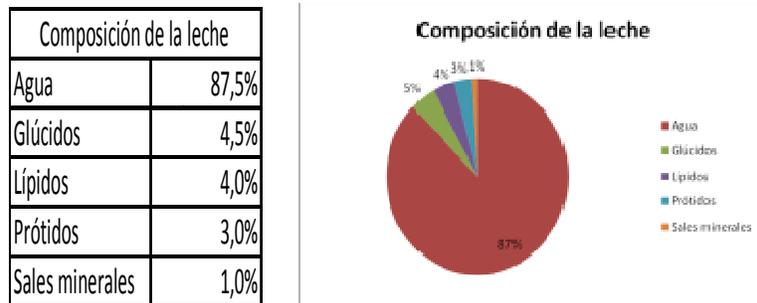
49. Almecija Rodríguez, María del Carmen (2,007). Obtención de lactoferrina bovina mediante ultrafiltración de lactosuero. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Departamento de Ingeniería Química. Granada, España.
50. Andrade Laborde, Juan Emilio (1,999). Efecto del flujo de alimentación sobre la ultrafiltración del suero pasteurizado de queso. Ingeniero Agrónomo en el grado académico de licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Zamorano, Honduras. 39 p.
51. Álvarez Orellana, Medrano Guardado, Samayoa Cortez (1,989). Efecto inhibitorio del suero lácteo fermentado sobre el virus del Mosaico del Tabaco en Chile Dulce (*Capsicum annum* L.). Ingeniero Agrónomo. Universidad Politécnica de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
52. Cornejo Alfaro, Flores González, Serrano López (1996). Uso del suero lácteo para disminuir la incidencia de virosis en el tomate. Ingeniero Agrónomo. Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
53. Domínguez, (2,000). Evaluación de sorbetes y bebidas elaboradas a base de concentrado proteico del suero de queso. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Zamorano. Zamorano, Honduras. 42 p.
54. Espinoza, A. (2,000). Tesis “Valoración financiera ambiental del uso del suero procedente de la elaboración de queso”. Tesis para optar al título de Maestro en ciencias del Ambiente Publicado por Centro de investigación y estudios en medio ambiente CIEMA, Managua, Nicaragua.
55. González Castellanos (1,989). Uso de suero crudo de leche como complemento en la dieta alimenticia de cerdos especializados de engorde en la etapa de crecimiento. Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Universidad Evangélica de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
56. Lara Borrero, Jaime Andres (2,002). Eliminación de nutrientes mediante procesos de membrana. Tesis Doctoral. Universidad politécnica de Madrid. Departamento de ordenación del territorio, urbanismo y medio ambiente. Madrid España.
57. Magaña Menéndez, Umaña Cerros, Umaña Cerros (1,985). Aprovechamiento del suero lácteo mezclado con frutas tropicales para la elaboración de refrescos nutritivos. Ingeniero Agroindustrial. Universidad Politécnica de El Salvador. San Salvador, El Salvador.

58. Palacios Martínez, Laura (1,999). Caracterización estructural y superficial de membranas micro porosas. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid. Caracterización estructural y superficial de membranas micro porosas. Departamento de Termodinámica y física aplicada. Castilla y León, España.
59. Rechin Rivas, Saz Guerrero, Rico Peña (asesor) (2,006). Caracterización del suero lácteo y diagnostico de alternativas de sus usos potenciales en El Salvador. Ingeniero Químico. Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
60. Vaquerano Marcelino, Olano Carmen (2,006). Evaluacion de un sistema semi-industrial para el teñido a base de añil natural. Universidad Don Bosco. San Salvador, El Salvador.
61. Walner Porras (1,999). Elaboración de queso Ricotta a partir del suero lácteo. Ingeniero Agrónomo con el grado de Licenciado. EARTH, Costa Rica. 54p.

## ANEXOS

### A1. COMPOSICIÓN GENERAL DE LA LECHE

La leche es un líquido complejo, compuesto principalmente de agua y de 4 tipos de constituyentes importantes, cuya proporción varía en función de la especie y la raza:



Fuente: CPML (2,004), Nicaragua

Otras características secundarias de la leche son una débil reacción alcalina y una reacción ácida. Esta última indica alteración por fermentación. Sin embargo, la leche tiene algunas desventajas: es fácilmente alterable, por lo que en muchas ocasiones se encuentra adulterada, y por otra lado, es vehículo frecuente de gérmenes y su consumo es a veces causa de enfermedades endémicas.

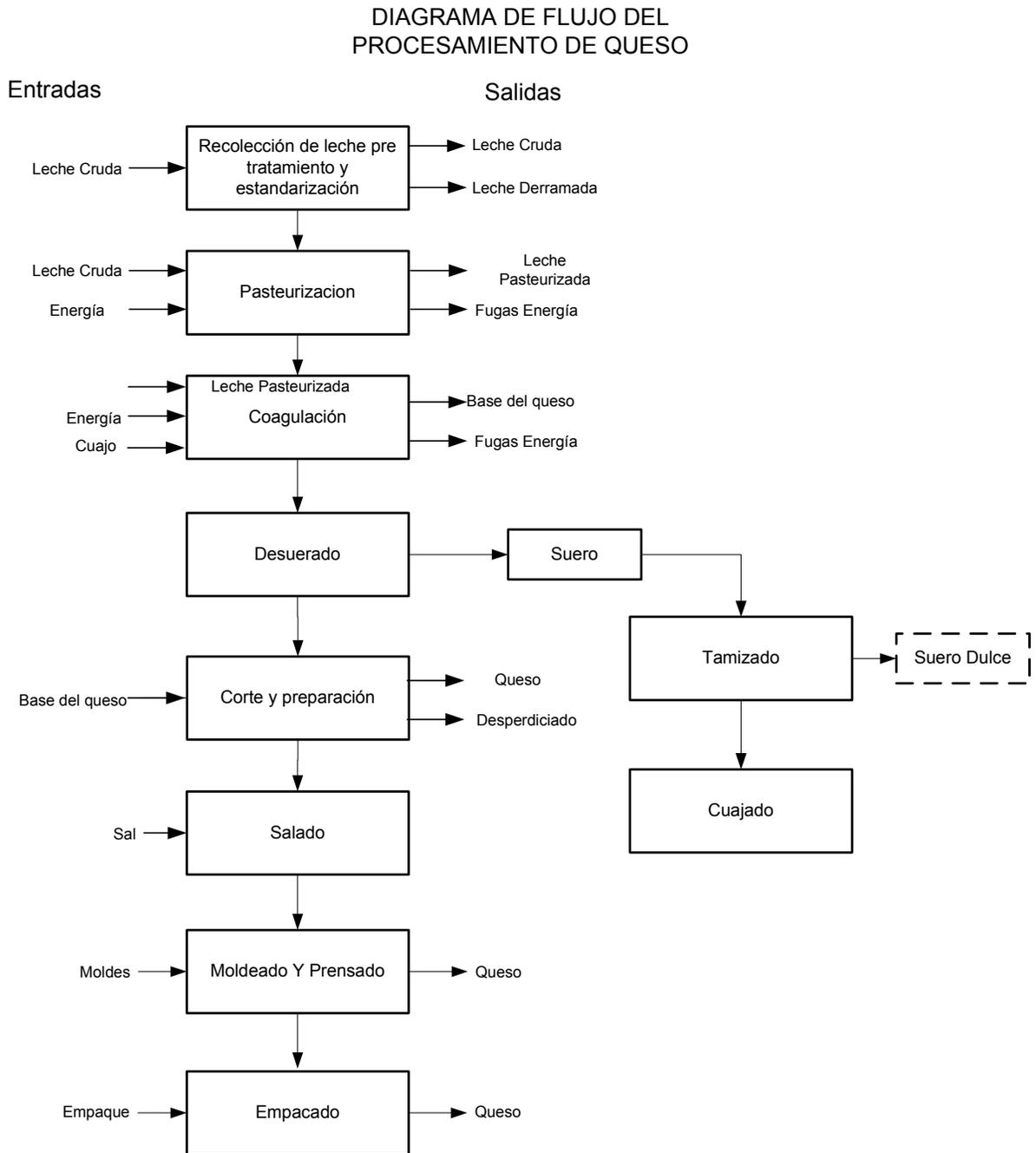
Los factores que influyen en el grado de pureza de la leche son: la salud de la vaca, la limpieza a la hora de la ordeña y la limpieza en el manejo del producto. Esto, al menos, en lo que a la leche cruda se refiere. Como en el caso del agua, el tratamiento obligado para garantizar la pulcritud de este alimento es la ebullición.

La refrigeración es indispensable para el mantenimiento de la calidad inicial de la leche. Permite detener o limitar la proliferación de la flora bacteriana, y evita las alteraciones de los componentes de la leche utilizados en transformación.

“La temperatura es un parámetro que interviene bien como factor de inhibición, bien como factor de proliferación: Por consiguiente, la temperatura y el tiempo durante el cual la leche se almacena durante la producción van a intervenir de manera importante en la proliferación o no de las bacterias presentes”.

(CPML 2,004, Nicaragua)

## A2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESAMIENTO DE QUESO FRESCO



Fuente: Elaboración Propia Basado en datos del CPML (2,004), Nicaragua.

### **A3. LEY DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN HIGIÉNICA DE LA LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS Y DE REGULACIÓN DE SU EXPENDIO.**

El Artículo 10 de la Ley de Fomento de la Producción Higiénica de la Leche y Productos Lácteos y de Regulación de su Expendio, dice que “los empresarios de plantas y de elaboración de productos lácteos que desearan obtener calificación para los fines de esta Ley, deberán presentar solicitud al Ministerio de Agricultura y Ganadería”.

En el Artículo 11 encontramos que el MAG pondrá la solicitud en conocimiento del MSPAS y ordenará a la Dirección General de Ganadería que proceda a comprobar la veracidad de los datos.

Según el documento del BMI (2,006), debe hacerse notar que en los procesos de reorganización del MAG, es la Dirección General de Sanidad Vegetal y Animal a través de IPOA (Instituto De Producción De Origen Animal), la que cumple las funciones asignadas por este artículo:

- ✓ Criterios de verificación de instalaciones.
- ✓ Regulación de los procesos.
- ✓ Descripción de la composición ó formulación de los productos.
- ✓ Descripción e identificación de los ingredientes utilizados.
- ✓ Regulaciones en el manejo de los ingredientes de los productos, manual o mecánicos, incluyendo almacenamiento bodegas refrigeración, etc.
- ✓ Normas sanitarias y de producción higiénicas especialmente aplicadas a los productos alimenticios y que, en el caso de los lácteos, son bastante específicos y cubren entre otros los siguientes aspectos:
  - Producción higiénica de la materia prima leche, con regulaciones para cada etapa de su procesamiento y que incluyen:
    - Higiene en cada etapa del proceso, para cada producto: incluye medio ambiente (interno y entorno al equipo e edificaciones); cuidado de materias primas en las bodegas; manejo o manipulación de las materias primas y el equipo bajo responsabilidad del operario y personal de mantenimiento.

- Higiene y aseo personal de los operarios, tuberculina cada año; radiografía del tórax cada dos tres años; exámenes de sangre dos veces por año; exámenes de heces y orina 2 veces por año; frotis de garganta y manos, dos veces al año; entre otros.
  - Limpieza al entrar a la planta: ropa limpia, calzado apropiado y gorra.
  - Bañarse, uniformarse y equiparse. Entrar a la planta por la trampa de pies con mascarilla y gorro.
- ✓ Trabajar en proceso limpio.
  - ✓ Aseo personal al hacer uso de los servicios sanitarios: lavamanos.
  - ✓ El personal no debe salir uniformado de la planta, por ser causa de contaminación cruzada al regresar a la misma.
  - ✓ Higiene en el transporte.

#### **A4. PROCESO DE PASTEURIZACIÓN SEGÚN EL CODIGO DE SALUD**

El Código de Salud obliga a la pasteurización, esterilización de la leche u otro proceso que garantice la salud del consumidor; sin embargo en el mismo artículo excluye de realizarlo a los que se dediquen a procesar cantidades menores a 2,000 botellas al día.

El Art. 89 del código de salud establece con carácter obligatorio la pasteurización, esterilización u otro tratamiento de la leche en los lugares de procesamiento industrial, artesanal o cualquier otro establecimiento que se dediquen a tales actividades.

El cumplimiento de la obligatoriedad aludida en el inciso que antecede, se hará efectiva en forma gradual y progresiva, conforme a las cantidades de leche que sea comercializada o procesada, en la forma siguiente:

- a) Quien comercialice y procese más de diez mil botellas diarias de leche, tendrá un plazo de tres meses;
- b) Quien comercialice o procese de cinco mil una, hasta diez mil botellas diarias de leche, tendrá un plazo de seis meses;
- c) Quien y procese de dos mil una, hasta cinco mil botellas diarias de leche tendrá un plazo de veinticuatro meses; y
- d) Quien procese menos de dos mil botellas diarias de leche, se considerará procesador artesanal y estará exento de la pasteurización, pero deberá cumplir con las siguientes condiciones:
  - 1) Que se registren como procesadores artesanales en la Dirección General de Salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, quien supervisará la producción higiénica de la leche en los establecimientos de obtención, acopio, procesamiento y comercialización de la leche y sus derivados;
  - 2) Que la leche utilizada provenga de hatos libres de Brucelosis y Tuberculosis, o que participen en los programas sanitarios que ejecuta el Ministerio de Agricultura y Ganadería;
  - 3) Que la leche provenga de hatos donde se practique un ordeño higiénico a las vacas, y que las personas involucradas en el ordeño mantengan sus boletos sanitarios actualizados; y,
  - 4) Que para procesar la leche utilicen equipos y utensilios de fácil limpieza, y demás materiales que permita obtener productos de buena calidad higiénica.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería, deberá realizar campañas de higienización de la leche, que comprenda pruebas de Tuberculosis y Brucelosis, además deberá impartir asesoría técnica a los ganaderos del país para lograr tal objetivo, además de lo anterior, conjuntamente con las autoridades respectivas deberá efectuar un control cuarentenario efectivo en las fronteras, Puertos y Aeropuertos del País, a fin de evitar la importación de este tipo de productos sin que se cumpla con los requisitos higiénicos establecidos en esta ley. Para los efectos del inciso anterior; el Ministerio deberá controlar periódicamente el cumplimiento de esa obligación y sin perjuicio de lo anterior podrá realizar un control de calidad y los análisis bacteriológicos y físico químico necesarios en todos aquellos lugares en que se produzcan leche y sus derivados. ”

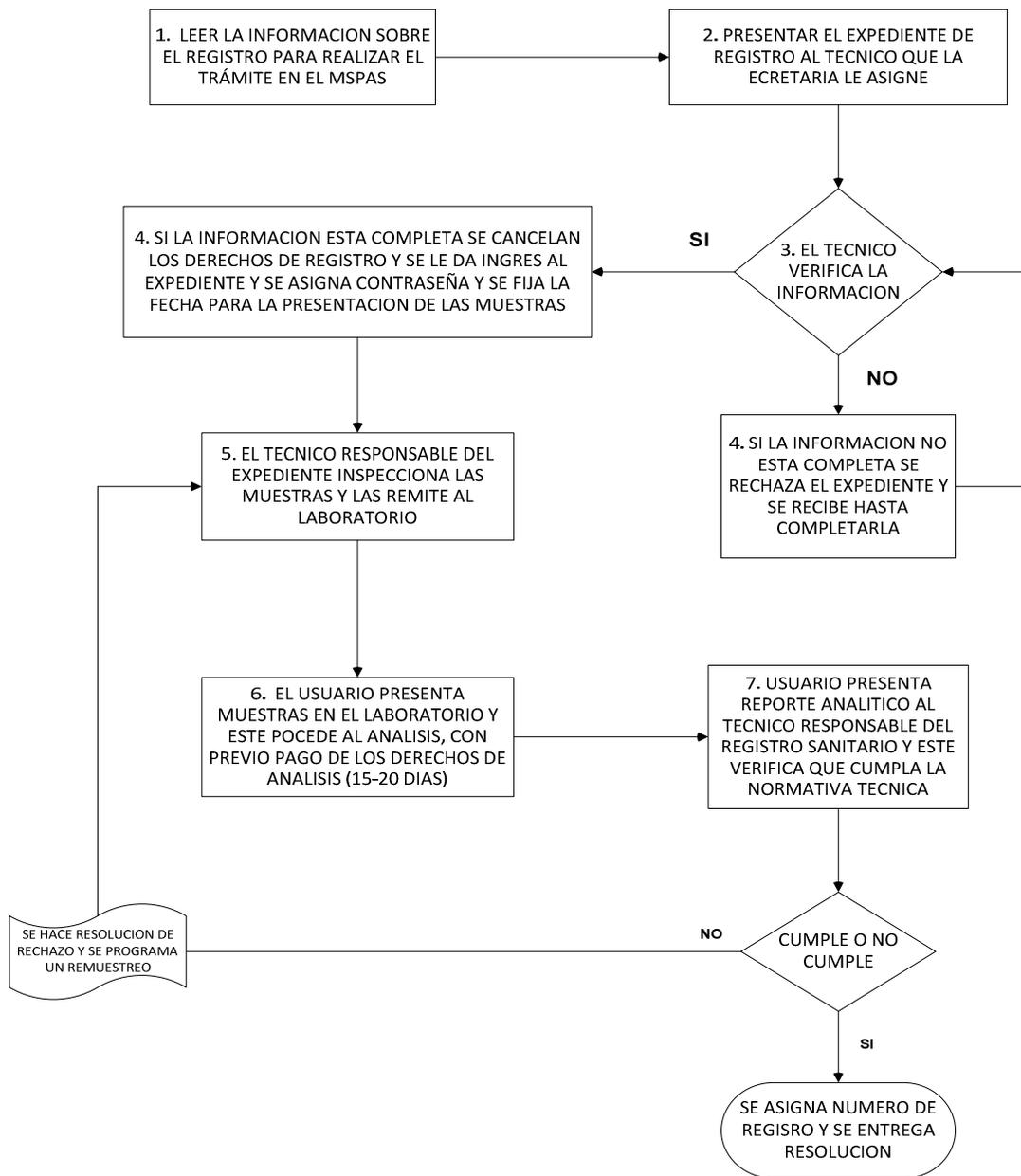
De acuerdo a este Artículo, las plantas que procesen cantidades menores a 2,000 botellas diarias de leche, no tienen la obligación de pasteurizar la leche; pero sí deberán de cumplir con: hatos libres de Brucelosis y Tuberculosis, practicar ordeño higiénico a las vacas y que durante el procesamiento de la leche se utilicen equipos y utensilios de fácil limpieza.

Comercialización en cuanto a la comercialización, el Código de Salud establece las formas de verificación y extensión de permisos de importación y comercialización en general, entre los que se destaca:

El Art. 95. Del código de salud menciona que el Ministerio llevará un registro de alimentos y bebidas, en consecuencia se prohíbe la importación, exportación, comercio, fabricación, elaboración, almacenamiento, transporte venta o cualquiera otra operación de suministros al público, de alimentos o bebidas empacadas o envasadas cuya inscripción en dicho registro no se hubiere efectuado.

Según el artículo anterior, todos los productos lácteos elaborados empacados deben poseer un registro sanitario para su comercialización, condición que no siempre es cumplida en la comercialización de productos lácteos.

## A5. PROCEDIMIENTO PARA REGISTRAR UN PRODUCTO



Diseño propio, tomando información de Láinez, 2,008.

## **Requerimientos para la obtención de de registro de producto**

### **1. Permiso de Funcionamiento**

Deberá presentar copia del permiso de funcionamiento de la bodega en la que almacenarán los productos, extendida por la Unidad de Salud más cercana; en caso no disponga de bodega deberá comunicarlo por escrito manifestando cual es el mecanismo de comercialización. A cada expediente deberá incorporarle una copia del permiso antes señalado presentar el original para efectos de cotejar con la copia, en caso de tener en trámite el Permiso de Funcionamiento de la bodega, pondrá presentar la constancia extendida por la Unidad de Salud de que la solicitud está en trámite.

### **2. Formula Cuantitativa**

El listado de ingredientes deberá presentarlo en orden decreciente de acuerdo a la formulación del alimento.

Únicamente debe cuantificar los aditivos alimentarios que se adicionen siendo estos saborizantes, colorantes, emulsificantes y cualquier otro que contenga el producto de acuerdo a la normativa nacional o internacional. Los demás ingredientes deberán describirse en forma cualitativa. Se deberán presentar los originales de la formula cuali-cuantitativa, una se presenta en el laboratorio al momento de entregar las muestras. La formula deberá estar firmada por el profesional responsable de la formulación.

### **3. Etiquetas**

Deberán presentar dos etiquetas originales para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Norma Salvadoreña Obligatoria: Noma General para el etiquetado de los alimentos pre-ensados R-UAC 67.01.02:02.

Para productos importados deber anexar certificación de libre venta del país de origen extendido por la autoridad sanitaria y la etiqueta complementaria. Cuando el idioma no sea el español deberá presentar la debida traducción con la respectiva diligencia.

### **4. Solicitud**

- ✓ Nombre del país en donde es fabricado el producto.
- ✓ Nombre del producto: especificar el nombre del producto o a la categoría a la que pertenece como por ejemplo dulces, galletas, leche, refrescos queso, etc.
- ✓ Marca comercial del producto: la marca comercial que se le haya asignado.

- ✓ Material del que está fabricado el embase: describir el material con que se ha fabricado el embase que está en contacto directo con el alimento.
- ✓ Contenido neto y peso escurrido por presentación: deberá declararse el contenido neto en unidades del sistema métrico internacional. El contenido neto deberá declararse de la siguiente forma:
  - En volumen, para los alimentos líquidos (lts, ml)
  - En masa, para los alimentos sólidos (Kgs, gr)

## **A6. ETIQUETADO OBLIGATORIO DE LOS ALIMENTOS PRE-ENVASADOS**

### **Nombre del alimento**

A. El nombre deberá indicar la verdadera naturaleza del alimento y, normalmente, deberá ser específico y no genérico:

- a. Cuando se hayan establecido uno o varios nombres para un alimento en una norma del Codex, deberá utilizarse por lo menos uno de estos nombres.
- b. En otros casos, deberá utilizarse el nombre prescrito por la legislación nacional.
- c. Cuando no se disponga de tales nombres, deberá utilizarse un nombre común o usual consagrado por el uso corriente como término descriptivo apropiado, que no induzca a error o engaño al consumidor.
- d. Se podrá emplear un nombre "acuñado", "de fantasía" o "de fábrica", o una "marca registrada", siempre que vaya acompañado de uno de los nombres indicados en las disposiciones a, b ó c.

B. En la etiqueta, junto al nombre del alimento o muy cerca del mismo, aparecerán las palabras o frases adicionales necesarias para evitar que se induzca a error o engaño al consumidor con respecto a la naturaleza y condición física auténticas del alimento que incluyen pero no se limitan al tipo de medio de cobertura, la forma de presentación o su condición o el tipo de tratamiento al que ha sido sometido, por ejemplo, deshidratación, concentración, reconstitución, ahumado.

### **Lista de ingredientes**

A. Salvo cuando se trate de alimentos de un único ingrediente, deberá figurar en la etiqueta una lista de ingredientes.

- a. La lista de ingredientes deberá ir encabezada o precedida por un título apropiado que consista en el término "ingrediente" o la incluya.
- b. Deberán enumerarse todos los ingredientes por orden decreciente de peso inicial (m/m) en el momento de la fabricación del alimento.
- c. Cuando un ingrediente sea a su vez producto de dos o más ingredientes, dicho ingrediente compuesto podrá declararse como tal en la lista de ingredientes, siempre que vaya acompañado inmediatamente de una lista entre paréntesis de sus ingredientes por orden decreciente de

proporciones (m/m). Cuando un ingrediente compuesto, para el que se ha establecido un nombre en una norma del Codex o en la legislación nacional, constituya menos del 5 por ciento del alimento, no será necesario declarar los ingredientes, salvo los aditivos alimentarios que desempeñan una función tecnológica en el producto acabado.

- d. Se ha comprobado que los siguientes alimentos e ingredientes causan hipersensibilidad y deberán declararse siempre como tales.
- e. En la lista de ingredientes deberá indicarse el agua añadida, excepto cuando el agua forme parte de ingredientes tales como la salmuera, el jarabe o el caldo empleados en un alimento compuesto y declarados como tales en la lista de ingredientes. No será necesario declarar el agua u otros ingredientes volátiles que se evaporan durante la fabricación.
- f. Como alternativa a las disposiciones generales de esta sección, cuando se trate de alimentos deshidratados o condensados destinados a ser reconstituidos, podrán enumerarse sus ingredientes por orden de proporciones (m/m) en el producto reconstituido, siempre que se incluya una indicación como la que sigue: "ingredientes del producto cuando se prepara según las instrucciones de la etiqueta".

C. Se declarará, en cualquier alimento o ingrediente alimentario obtenido por medio de la biotecnología, la presencia de cualquier alérgeno transferido de cualquier de los productos enumerados en la Sección antes descrita.

Quando no es posible proporcionar información adecuada sobre la presencia de un alérgeno por medio del etiquetado, el alimento que contiene el alérgeno no deberá comercializarse.

D. En la lista de ingredientes deberá emplearse un nombre específico de acuerdo con lo previsto en la sub sección 4.3.1.1 (Nombre del Alimento).

- a. Con la excepción de los ingredientes mencionados en la sub sección A.d. y a menos que el nombre genérico de una clase resulte más informativo, podrán emplearse los siguientes nombres de clases de ingredientes.

### **Contenido neto y peso escurrido**

A. Deberá declararse el contenido neto en unidades del sistema métrico (Sistema internacional).

B. El contenido neto deberá declararse de la siguiente forma:

- a. En volumen, para los alimentos líquidos;
- b. En peso, para los alimentos sólidos;
- c. En peso o volumen, para los alimentos semisólidos o viscosos.

C. Además de la declaración del contenido neto, en los alimentos envasados en un medio líquido deberá indicarse en unidades del sistema métrico el peso escurrido del alimento. A efectos de este requisito, por medio líquido se entiende agua, soluciones acuosas de azúcar o sal, zumos (jugos) de frutas y hortalizas en frutas y hortalizas en conserva únicamente, o vinagre, solos o mezclados.

### **Nombre y dirección**

Deberá indicarse el nombre y la dirección del fabricante, envasador, distribuidor, importador, exportador o vendedor del alimento.

### **País de origen**

- ✓ Deberá indicarse el país de origen del alimento cuando su omisión pueda resultar engañosa o equívoca para el consumidor.
- ✓ Cuando un alimento se someta en un segundo país a una elaboración que cambie su naturaleza, el país en el que se efectúe la elaboración deberá considerarse como país de origen para los fines del etiquetado.

### **Identificación del lote**

Cada envase deberá llevar grabada o marcada de cualquier otro modo, pero de forma indeleble, una indicación en clave o en lenguaje claro, que permita identificar la fábrica productora y el lote.

### **Marcado de la fecha e instrucciones para la conservación**

- a) Si no está determinado de otra manera en una norma individual del Codex, regirá el siguiente marcado de la fecha:
  - ✓ Se declarará la "fecha de duración mínima".
  - ✓ Esta constará por lo menos de:
    - el día y el mes para los productos que tengan una duración mínima no superior a tres meses;

- el mes y el año para productos que tengan una duración mínima de más de tres meses. Si el mes es diciembre, bastará indicar el año.
- ✓ La fecha deberá declararse con las palabras:
  - "Consumir preferentemente antes del...", cuando se indica el día.
  - "Consumir preferentemente antes del final de..." en los demás casos.
- ✓ Las palabras prescritas en el punto anterior deberán ir acompañadas de:
  - la fecha misma; o
  - una referencia al lugar donde aparece la fecha.
- ✓ El día, mes y año deberán declararse en orden numérico no codificado, con la salvedad de que podrá indicarse el mes con letras en los países donde este uso no induzca a error al consumidor.
- ✓ No obstante lo prescrito en la disposición 4.7.1 i), no se requerirá la indicación de la fecha de duración mínima para:
  - Frutas y hortalizas frescas, incluidas las patatas que no hayan sido peladas, cortadas o tratadas de otra forma análoga;
  - vinos, vinos de licor, vinos espumosos, vinos aromatizados, vinos de frutas y vinos espumosos de fruta;
  - bebidas alcohólicas que contengan el 10% o más de alcohol por volumen;
  - productos de panadería y pastelería que, por la naturaleza de su contenido, se consumen por lo general dentro de las 24 horas siguientes a su fabricación;
  - vinagre;
  - sal de calidad alimentaria;
  - azúcar sólido;
  - productos de confitería consistentes en azúcares aromatizados y/o coloreados;
  - goma de mascar.
- b) Además de la fecha de duración mínima, se indicarán en la etiqueta cualesquiera condiciones especiales que se requieran para la conservación del alimento, si de su cumplimiento depende la validez de la fecha.

**Instrucciones para el uso**

La etiqueta deberá contener las instrucciones que sean necesarias sobre el modo de empleo, incluida la reconstitución, si es el caso, para asegurar una correcta utilización del alimento.

## **A7. LEY DE MEDIO AMBIENTE**

### **Principios De La Política Nacional Del Medio Ambiente**

La Ley de Medio Ambiente en el Art. 2 presenta los principios de la Política Nacional del Medio Ambiente, entre los más importantes pueden mencionar los siguientes:

- ✓ Es responsabilidad de la sociedad en general, del Estado y de toda persona natural y jurídica, reponer o compensar los recursos naturales que utiliza para asegurar su existencia, satisfacer sus necesidades básicas, de crecimiento y desarrollo, así como enmarcar sus acciones, para atenuar o mitigar su impacto en el medio ambiente; por consiguiente se procurará la eliminación de los patrones de producción y consumo no sostenible; sin defecto de las sanciones a que esta ley diere lugar;
- ✓ En la gestión de protección del medio ambiente, prevalecerá el principio de prevención y precaución;
- ✓ La contaminación del medio ambiente o alguno de sus elementos, que impida o deteriore sus procesos esenciales, conllevará como obligación la restauración o compensación del daño causado debiendo indemnizar al Estado o a cualquier persona natural o jurídica afectada en su caso, conforme a la presente ley;
- ✓ En los procesos productivos o de importación de productos deberá incentivarse la eficiencia ecológica, estimulando el uso racional de los factores productivos y desincentivándose la producción innecesaria de desechos sólidos, el uso ineficiente de energía, del recurso hídrico, así como el desperdicio de materias primas o materiales que pueden reciclarse;
- ✓ En la gestión pública del medio ambiente deberá aplicarse el criterio de efectividad, el cual permite alcanzar los beneficios ambientales al menor costo posible y en el menor plazo, conciliando la necesidad de protección del ambiente con las de crecimiento económico.

### **Estímulos**

Por otra parte la Ley brinda apoyo a las actividades productivas ambientalmente sanas, lo cual se plasma en el Art. 33, este dice: El Ministerio estimulará a los empresarios a incorporar en su actividad

productiva, procesos y tecnologías ambientalmente adecuadas, utilizando los programas de incentivos y desincentivos, y promoviendo la cooperación nacional e internacional financiera y técnica.

La Ley de Medio Ambiente promueve el Premio Nacional del Medio Ambiente, según lo descrito en el Art. 37: Créase el Premio Nacional del Medio Ambiente, que será otorgado anualmente por el Presidente de la República, a las personas, empresas, proyectos o instituciones, que durante el año se hayan destacado en actividades de protección del medio ambiente o en la ejecución de procesos ambientalmente sanos en el país.

En el siguiente artículo se promueve la obtención de sellos verdes o ecoetiquetado a través de los procesos y productos ambientalmente sanos, o provenientes del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales:

Art. 38.- El reglamento de la presente Ley contendrá las normas y procedimientos para regular la acreditación y registro de los organismos que certifiquen los procesos y productos ambientalmente sanos, o provenientes del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

Las organizaciones u organismos registrados emitirán el sello verde o ecoetiquetado a productos o procesos ambientalmente sanos, previa certificación del Ministerio.

### **Responsabilidad por contaminación y daños al ambiente**

Art.85.-Quien por acción u omisión, realice emisiones, vertimientos, disposición o descarga de sustancias o desechos que puedan afectar la salud humana, ponga en riesgo o causare un daño al medio ambiente, o afectare los procesos ecológicos esenciales o la calidad de vida de la población, será responsable del hecho cometido o la omisión, y estará obligado a restaurar el medio ambiente o ecosistema afectado. En caso de ser imposible esta restauración, indemnizará al Estado y a los particulares por los daños y perjuicios causados.

### **Infracciones ambientales**

Art. 86. - Constituyen infracciones a la presente ley, y su reglamento, las acciones u omisiones cometidas por personas naturales o jurídicas, inclusive el Estado y los Municipios las siguientes:

a) Iniciar actividades, obras o proyectos sin haber obtenido el permiso ambiental correspondiente;

- b) Suministrar datos falsos en los estudios de impacto ambiental, diagnósticos ambientales y cualquier otra información que tenga por finalidad la obtención del permiso ambiental;
- c) Incumplir las obligaciones contenidas en el permiso ambiental;
- d) No rendir, en los términos y plazos estipulados, las fianzas que establece esta Ley;
- e) Autorizar actividades, obras, proyectos o concesiones, que por ley requieran permiso ambiental, sin haber sido éste otorgado por el Ministerio;
- f) Otorgar permisos ambientales, a sabiendas de que el proponente de la actividad, obra, proyecto o concesión no ha cumplido con los requisitos legales para ello;
- g) La negativa del concesionario para el uso o aprovechamiento de recursos naturales a prevenir, corregir o compensar los impactos ambientales negativos que produce la actividad bajo concesión dentro de los plazos y términos que para tal efecto haya sido fijados, tomando en cuenta los niveles de los impactos producidos;
- h) Violar las normas técnicas de calidad ambiental y de aprovechamiento racional y sostenible del recurso;
- i) Impedir u obstaculizar la investigación de los empleados debidamente identificados, pertenecientes al Ministerio u otra autoridad legalmente facultada para ello, o no prestarles la colaboración necesaria para realizar inspecciones o auditorías ambientales en las actividades, plantas, obras o proyectos;
- j) Emitir contaminantes que violen los niveles permisibles establecidos reglamentariamente;
- k) Omitir dar aviso oportuno a la autoridad competente, sobre derrame de sustancias, productos, residuos o desechos peligrosos, o contaminantes, que pongan en peligro la vida e integridad humana; y
- l) No cumplir con las demás obligaciones que impone esta ley.

### **Clasificación de las infracciones ambientales**

Art. 87 - Las infracciones ambientales se clasifican en menos graves y graves, tomando en cuenta el daño causado al medio ambiente, a los recursos naturales o a la salud humana.

a) Son infracciones menos graves, las previstas en los literales d); g); j); k) y l) del Art. 86; y

b) Son infracciones graves, las demás descritas en el mismo Art. 86.

### **Aplicación de sanciones**

Art. 88.- Las sanciones por las infracciones establecidas en esta Ley, serán aplicadas por el Ministerio, previo el cumplimiento del debido proceso legal.

### **Fijación de las multas**

Art. 89.- Las multas se establecerán en salarios mínimos mensuales, equivaliendo cada salario mínimo mensual a treinta salarios mínimos diarios urbanos vigentes para la ciudad de San Salvador. Las infracciones menos graves se sancionarán de dos a cien salarios mínimos mensuales; y las graves, de ciento uno a cinco mil salarios mínimos mensuales. Corresponderá a la autoridad sancionadora calificar la infracción. Las sanciones administrativas no exoneran al sancionado de la responsabilidad penal en que incurra.

### **Proporcionalidad y base de sanciones**

Art. 90.- En la imposición de las sanciones administrativas reguladas y establecidas en la presente ley, se aplicará el principio de proporcionalidad en la infracción y la sanción, tomando en cuenta las circunstancias siguientes:

a) La gravedad del daño causado al medio ambiente, a la salud o calidad de vida de las personas;

b) Las acciones que el infractor tomó para reparar el daño causado;

c) El beneficio obtenido por el infractor;

d) La capacidad económica del infractor; y

e) La reiteración en la violación de la presente ley y su reglamento.

**A8. VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS PARA VERTER AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIALES AL CUERPO RECEPTOR POR ACTIVIDAD SECCIÓN 4.**

ACTIVIDAD	DQO (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Salidos sedimentares (ml/l)	Sólidos suspendidos totales (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
<b>IV. PRODUCTOS DE LAS INDUSTRIAS ALIMENTARIAS, BEBIDAS, LÍQUIDOS ALCOHÓLICOS, TABACO Y SUCEDÁNEOS</b>					
1. Fabricación de productos lácteos	900	600	75	300	75
2. Envasado y conservación de frutas y legumbres, incluyendo la	400	150	15	150	60
3. Elaboración de productos alimenticios diversos	400	150	15	150	45
4. Destilación, rectificación y mezclas de bebidas espirituosas	3500	3000	15	1000	20
5. Bebidas malteadas y de malta	400	200	15	70	30
6. Industrias de bebidas no alcohólicas y aguas gaseosas	400	200	30	100	30

FUENTE: Norma Salvadoreña de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor, El Salvador. 1996.

**A 9. PARÁMETROS COMPLEMENTARIOS SOBRE VALORES PERMISIBLES PARA AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR.**

Parámetros		Valores máximos permisibles
Aluminio (Al)	mg/l	5
Arsénico (As)	mg/l	0,1
Bario total (Ba)	mg/l	5
Berilio (Be)	mg/l	0,5
Boro (B)	mg/l	1,5
Cadmio (Cd)	mg/l	0,1
Cianuro total (CN <sup>-</sup> )	mg/l	0,5
Cinc (Zn)	mg/l	5
Cobalto (Co)	mg/l	0,05
Cobre (Cu)	mg/l	1
Coliformes fecales	NMP / 100ml	2,000
Coliformes totales	NMP / 100ml	10000
Color <sup>1</sup>		
Compuestos fenólicos sintéticos	mg/l	0.5
Cromo hexavalente (Cr+6)	mg/l	0,1
Cromo total (Cr)	mg/l	1
Detergentes (SAAM)	mg/l	10
Fluoruros (F <sup>-</sup> )	mg/l	5
Fósforo total (P)	mg/l	15
Organofluorina	mg/l	0.1
Fosfatina	mg/l	0.1
Benzimidazol	mg/l	0.1
Piretroides	mg/l	0.1
Bipiridilos	mg/l	0.1
Fenoxi	mg/l	0.1
Triazina	mg/l	0.1
Fosfónico	mg/l	0.1
Hierro total (Fe)	mg/l	10
Litio (Li)	mg/l	2
Manganeso total (Mn)	mg/l	2

Parámetros		Valores máximos permisibles
Materiales flotantes	mg/l	Ausentes
Mercurio (Hg)	mg/l	0,01
Molibdeno (Mo)	mg/l	0.1
Níquel (Ni)	mg/l	0,2
Nitrógeno total (N)	mg/l	50
Organoclorados	mg/l	0,05
Organofosforados y Carbamatos	mg/l	0,1
PH	Unidades	5,5- 9,0 <sup>2</sup>
Plata (Ag)	mg/l	0,2
Plomo (Pb)	mg/l	0,4
Selenio (Se)	mg/l	0,05
Sulfates (SO4~2)	mg/l	1000
Sustancias radiactivas	-	0
Temperatura	°C	20-35 °C <sup>3</sup>
Turbidez (Turbiedad) <sup>4</sup>	NTU	
Vanadio (V)	mg/l	1

<sup>1</sup> Efluente líquido no deberá incrementar color visible al cuerpo receptor.

<sup>2</sup> El valor de pH 5,5-9,0 aplica para descargas en aguas limnicas; definiéndose un valor de pH entre 6.0-9.5 para vertidos en aguas costero marinas

<sup>3</sup> En todo caso la temperatura del H2O de descarga al cuerpo receptor no podrá alterar  $\pm 5$  °C, con respecto a la temperatura natural del cuerpo hídrico receptor.

<sup>4</sup> No se incrementara en 5 Unidades la turbidez del cuerpo receptor.

## **A10. BITÁCORA DE CÁLCULOS: OBTENCIÓN DE LA CANTIDAD DE SUERO LÁCTEO GENERADO PARA EL AÑO 2,007**

### **Datos estadísticos de producción de suero lácteo en El Salvador 2.007**

Para obtener la cantidad de Suero lácteo generado de la fabricación de queso a nivel nacional se partió de la información proporcionada por Laguardia (2,008)

- ✓ La producción de leche a nivel nacional para el año 2,007 fue de 535,664, 745 litros (535.664 TM)
- ✓ El sector informal con un porcentaje de participación del 76% del total de la producción de leche a nivel nacional, es donde se dirige la mayor cantidad de la leche producida; del total de leche destinada a éste sector, 46% es para procesamiento, mientras que el otro 30% es la conocida como *leche de zaguán* la cual es comercializada únicamente para consumo sin ningún procesamiento previo
- ✓ El sector formal con 24% de participación en dicha producción.

#### **A) Obtención de la cantidad de leche procesada para la fabricación de queso: Sector formal**

Para obtener la leche procesada en el sector formal se utilizó la siguiente ecuación <sup>[1]</sup>

$$\text{Leche procesada (sector formal)} = \text{TLPNN} \times \% \text{participacion del sector} \text{ [1]}$$

Donde:

TLPNN: Total de leche producida a nivel nacional para el año 2,007

El resultado de dicha ecuación es:

$$\text{Leche procesada (sector formal)} = 535,664,745\text{lt} \times 24\% = 128,559,538.8\text{lt}$$

Del total de ésta leche producida que va dirigida a éste sector, el 32.25% es destinada para leche fluida mientras que el restante 65.75%, es la leche para procesamiento de derivados, es decir un equivalente a 84, 525,829.3lt. A continuación se observa de forma más detalla la ecuación <sup>[2]</sup> utilizada.

$$\begin{aligned} & \text{Leche para procesamiento destinada a derivados} \\ & = \text{Leche procesada(sector formal)} \\ & \times \% \text{participacion de leche destinada a derivados} [2] \end{aligned}$$

$$\text{Leche para procesamiento destinada a derivado} = 28,559,338.8\text{lt} \times 65.748\% = 84,525,829.8\text{lt}$$

Posteriormente, a esta leche destinada para procesamiento de derivados se le restan la leche con la cual se obtuvo crema y la leche que se destina al procesamiento de yogurt.

Para obtener la leche para la fabricación de crema se partió de un rendimiento de la crema que se desea obtener. Para ello se partió de un escenario<sup>46</sup>, en donde la leche entera poseía un 3.5% de grasa, el porcentaje de la grasa de la crema requerida era al 35% y el porcentaje de la leche procesada estaba al 2.5% (leche descremada). La ecuación [3] utilizada para obtener el rendimiento fué:

$$\text{Rendimiento} = (L \in -Ld) / (Cob - ld) \times 100 = \% \text{crema} \quad [3]$$

En donde

LE: Porcentaje de grasa de leche entera

Ld: Porcentaje de grasa de leche descremada

Cob: Porcentaje de grasa de la crema a obtener

Utilizando la ecuación anterior y los parámetros del escenario mencionado, se obtuvo que el rendimiento fue del 3.08%

$$\text{Rendimiento} = \frac{3.5\% - 2.5\%}{35\% - 2.5\%} \times 100 = \frac{1\%}{32.5\%} = 3.08\%$$

Posteriormente, para obtener la cantidad de crema de la leche se multiplicó el rendimiento por la cantidad de leche para procesamiento destinada a derivados del sector formal, así como se muestra a continuación en la siguiente ecuación<sup>[4]</sup>

---

<sup>46</sup> El escenario planteado es de acuerdo a una obtención ideal de crema

$$\begin{aligned} & \text{Crema obtenida (al 35\%)} \\ & = \text{leche para procesamiento destinada a derivados} \times \text{rendimiento} [4] \end{aligned}$$

$$\text{Crema obtenida (al 35\%)} = 84,525,829.3\text{lt} \times 3.08\% = 2,603,396.5\text{lt}$$

A continuación se obtuvo la leche procesada destinada a derivados sin tomar en cuenta la leche con la cual se obtuvo la crema, a partir de la siguiente ecuación<sup>[5]</sup>, la que dio como resultado:

$$\begin{aligned} & \text{Leche para procesamiento de derivados sin contar la de la crema} \\ & = \text{Leche para procesamiento destinada a derivados} - \text{crema obtenida} [5] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Leche para procesamiento de derivados sin contar la de la crema} \\ & = 84,525,829.3\text{lt} - 2,603,309.5\text{lt} = 81,922,433.8\text{lt} \end{aligned}$$

Luego para obtener la cantidad de leche destinada a yogurt, se partió que la empresa a nivel nacional que está dedicada a la fabricación de éste derivado utiliza el 15% de la leche para este destino. El resultado de la ecuación<sup>[6]</sup> fue el siguiente

$$\begin{aligned} & \text{Leche destinada al procesamiento de Yogurt} \\ & = \text{Leche para procesamiento de derivados sin contar la de la crema} \times \% \text{ hacia yogurt} [6] \end{aligned}$$

$$\text{Leche destinada al procesamiento de yogurt} = 81,922,433.8\text{lt} \times 15\% = 12,288,364.95\text{lt}$$

Finalmente para obtener la leche destinada a derivados esencialmente quesos se resta la leche destinada al procesamiento de yogurt al valor de la leche para procesamiento de derivados sin contar la crema, dicha ecuación<sup>[7]</sup> da como resultado:

$$\begin{aligned} & \text{Leche para procesamiento de derivados (Queso)} = \\ & \text{Leche para procesamiento de derivados sin contar la de la crema} - \\ & \text{Leche destinada al procesamiento de yogurt} \end{aligned} \quad [7]$$

$$\begin{aligned} & \text{Leche para procesamiento de derivados (Queso)} = 81,922,433.8\text{lt} - 12,288,364.95\text{lt} \\ & = \text{Leche para procesamiento de derivados (Queso)} = 69,634,068.05\text{lt} \end{aligned}$$

A partir de este último valor se obtiene la cantidad de queso que se puede obtener del total de leche destinada para procesamiento en el sector formal. Para ello Laguardia mencionó que se utilizaría un

rendimiento de cuatro botellas de leche (tres litros) por cada libra de queso producido, utilizando la ecuación<sup>[8]</sup> el resultado es:

$$\text{Queso Producido} = \frac{\text{Leche para procesamiento de derivados (Quesos)}}{\text{rendimiento}} \quad [8]$$

$$\text{Queso Producido} = \frac{69,634,068.05\text{lt}}{3\text{lt}} = 23,211,356\text{Lb}$$

Convirtiendo<sup>47</sup> las libras de queso a Kg, se obtiene que el queso producido en el sector formal es de 10,531,468.25 Kg.

#### **B) Obtención de la cantidad de leche procesada para la fabricación de queso: Sector informal**

Igualmente como se hizo en el ítem anterior, la forma de obtener la cantidad de leche procesada para la fabricación de queso en el sector informal se partió de la ecuación<sup>[1]</sup> y de lo mencionado anteriormente que la leche procesada dirigida al sector informal posee una participación del 46% del total de leche producida a nivel nacional para el año 2,007.

$$\text{Leche procesada (sector formal)} = \text{TLPNN} \times \% \text{participacion del sector} \quad [1]$$

Donde:

TLPNN: Total de leche producía a nivel nacional para el año 2,007

Utilizando la ecuación para el sector informal:

$$\text{Leche procesada (sector infromal)} = 535,664,745\text{lt} \times 46\% = 246,405,782.7\text{lt}$$

Al resultado anterior, igualmente, se le resto la leche de la cual se obtuvo crema, para obtener la leche para procesamiento de derivados específicamente queso. Para ello se partió del mismo escenario que se mencionó en el ítem anterior, en donde la leche entera estaba al 3.5% de grasa, la leche procesada al 2.5% de grasa (leche descremada) y el porcentaje de grasa de la crema era del 35%. Igualmente el rendimiento dio 3.08% y la cantidad de crema obtenida utilizando la ecuación<sup>[4]</sup>fué de:

---

<sup>47</sup> Conversión: 2.204 libras es igual a 1 Kg

*Crema obtenida (al 35%) = leche para procesamiento destinada a derivados × rendimiento*

$$\text{Crema obtenida (al 35\%)} = 246,405,782.3\text{lt} \times 3.08\% = 7,589,298.11\text{lt}$$

Posteriormente se obtiene, la leche para procesamiento de derivados específicamente queso restando la leche procesada en el sector informal menos la crema que se obtuvo de la leche, dando como resultado leche para procesamiento de queso en el sector informal, utilizando la ecuación [9]:

*Leche para procesamiento de derivados(Quesos)sector informal*

$$= \text{Leche para procesamiento destinada a derivados} - \text{crema obtenida} \quad [9]$$

*Leche para procesamiento de derivados(Queso)sector informal*

$$= 246,405,782.07\text{lt} - 7,589,298.1\text{lt} = 238,816,484.6\text{lt}$$

Finalmente se obtiene la cantidad de queso que se puede lograr de ésta leche destinada a procesamiento de derivados, a partir de un rendimiento de 4 botellas (3 litros) para obtener una libra de queso. Utilizando la ecuación [8] dio como resultado

$$\text{Queso Producido} = \frac{\text{Leche para procesamiento de derivados (Quesos)}}{\text{rendimiento}}$$

$$\text{Queso Producido} = \frac{238,816,484.6\text{lt}}{3\text{lt}} = 79,605,494.87\text{Lb}$$

Convirtiendo las libras de queso a Kg se obtiene que el queso producido es de 36,118,645.58 Kg. para el sector informal.

### **C) Obtención de la cantidad de suero lácteo generado a nivel nacional**

Para obtener la cantidad de suero lácteo generado a nivel nacional, primero se obtuvo la cantidad de queso procesado a nivel nacional, para ello se utilizó la siguiente ecuación [10], donde se sumó la cantidad de queso procesado en el sector formal con la cantidad de queso procesado en el sector informal, lo que da como resultado:

$$\begin{aligned} & \text{Total Queso procesado a nivel nacional para el año 2,007} \\ & = \text{Queso procesado sector formal} + \text{Queso procesado sector informal} \quad [10] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Total Queso procesado a nivel nacional para el año 2,007} \\ & = (10,531,468.25\text{kg} + 36,118,645.58\text{kg}) = 46,650,113.83\text{kg} \end{aligned}$$

Luego se obtuvo la cantidad equivalente del total de leche destinada a la producción de derivados a nivel nacional en Kg, a partir de que un litro de leche equivale a 1.033Kg/lit (densidad de la leche) y utilizando la siguiente ecuación [11]:

$$\begin{aligned} & \text{Total Leche Procesada para derivados (Quesos) a nivel nacional para el año 2,007} \\ & = \text{Leche procesada derivados Quesos Sector formal} \\ & + \text{Leche procesada derivados Quesos Sector informal} \quad [11] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Total Leche Procesada para derivados (Quesos) a nivel nacional para el año 2,007} \\ & = (69,634,068.05\text{lt} + 238,816,484.6\text{lt}) = 308,450,552.65\text{lt} \end{aligned}$$

Convirtiendo los litros de leche en kilogramos con la densidad de la leche a 1.033Kg/Lit

$$308,450,552.65\text{lt} \times \frac{1.033\text{kg}}{\text{lt}} = 318,629,420.8\text{Kg de leche}$$

Finalmente para obtener la cantidad de suero lácteo generado a nivel nacional para el año 2,007, se utilizó la ecuación [12], donde se resta la cantidad de leche destinada a la producción de derivados específicamente quesos en kilogramos para el 2,007 menos la cantidad de queso procesado a nivel nacional para el mismo año, obteniendo que para el 2,007 se generaron a nivel nacional cerca de 271,979,307Kg de suero aproximadamente.

$$\begin{aligned} & \text{Suero lacteo generado para el año 2,007} \\ & = \text{Total Leche Procesada para derivados (Quesos) a nivel nacional para el año 2,007} \\ & - \text{Total Queso procesado a nivel nacional para el año 2,007} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Suero lacteo generado para el año 2,007} = 318,629,420.8\text{Kg} - 46,650,113.8\text{Kg} \\ & = 271,979,306.97\text{Kg} \end{aligned}$$

## **A11. SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE PROTEÍNA**

### *A) Desmineralización del suero*

Los WPC, de sus siglas en inglés “Whey Protein Concentrate” (Proteína de Suero Concentrado), para alimentos se hace normalmente del suero deslactosado (también llamado licor de madre). El contenido de lactosa en estos productos se reduce hasta el 50% y el contenido proteínico se aumenta desde el 13% hasta el 28%, pero el contenido de minerales se incrementa cerca del 20% de sólidos totales (normalmente 1.0%). La desmineralización del suero o licor madre puede ser observada usando el intercambio o la electrodiálisis iónica. (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006).

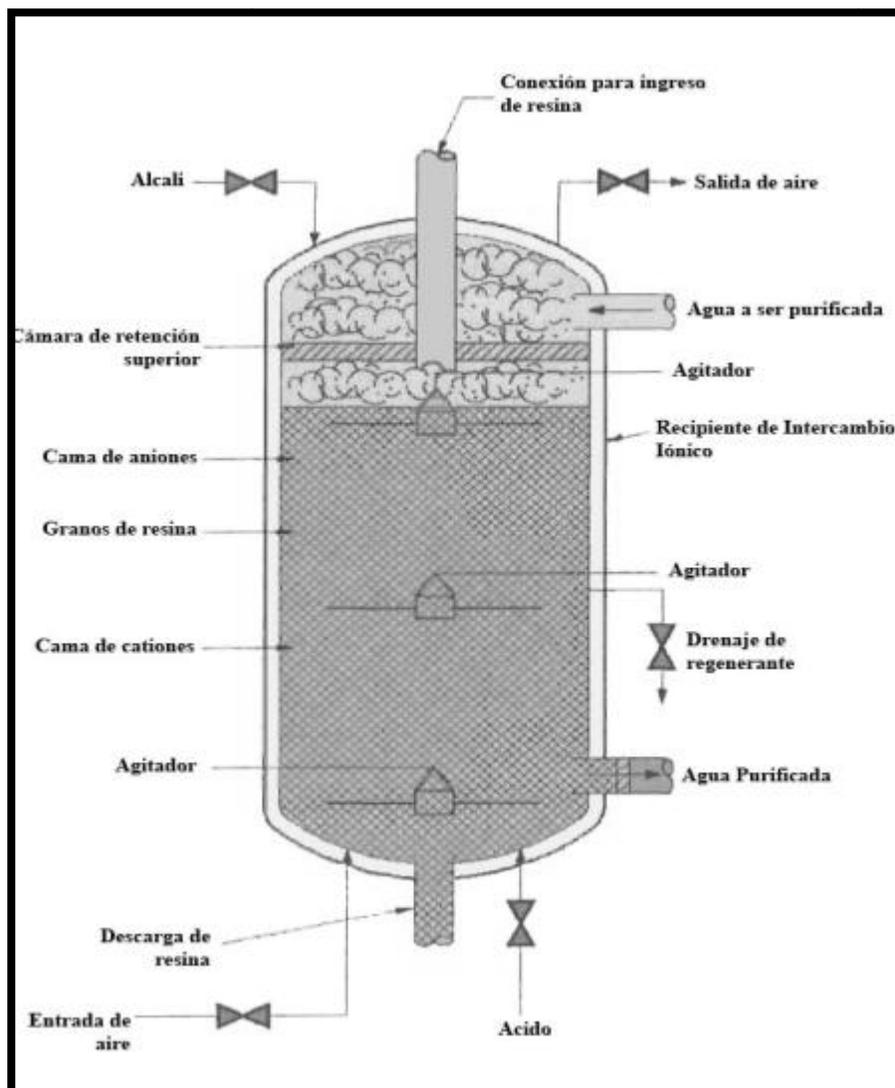
### *B) Intercambio iónico*

Los aminoácidos, los péptidos y las proteínas son a menudo extremadamente valiosos y se deben producir con gran pureza. El principio del intercambio iónico se explicará con el suero como ejemplo, (Ver figura 1). El licor madre entra primero al cambiador catiónico, cargado con una resina de iones FT. El pH del suero disminuye hasta  $\text{pH} \approx 1.5$ , porque los cationes del suero son intercambiados por  $\text{H}^+$ . (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006).

“Este suero ácido continúa al cambiador de anión básico donde los aniones se intercambian por  $\text{OH}^-$ , causando un aumento del pH. Las columnas del intercambiador son regenerados con HCl (para el cambiador catiónico) y NaOH (para el cambiador del aniónico), cuando el pH del suero (que sale del cambiador aniónico) aumenta a  $\text{pH} = 8$ ”. El proceso continúa con el crecimiento de las resinas catiónicas con ácidos fuertes, y resinas aniónicas con las bases. Este ciclo toma cerca de seis horas (cuatro horas para la regeneración). (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006).

El intercambio iónico es una operación semi-continua. Una desventaja del intercambio iónico es que no es un método valioso para las pequeñas industrias, porque el proceso deja grandes cantidades de residuo, y pérdidas en la alimentación pueden ser grandes. El proceso normalmente requiere un largo tiempo, otra desventaja es que el proceso requiere una cantidad grande de aditivos, que aumenta los costos de producción. Esto puede ser solucionado usando un intercambiador de resina, que hace posible la regeneración, y también un proceso continuo. (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006).

Figura 1. Vista esquemática del intercambiador iónico aplicado al suero lácteo.



Fuente: Recinos y Saz (2,006)

### C) Electrodialisis (membrana bipolar)

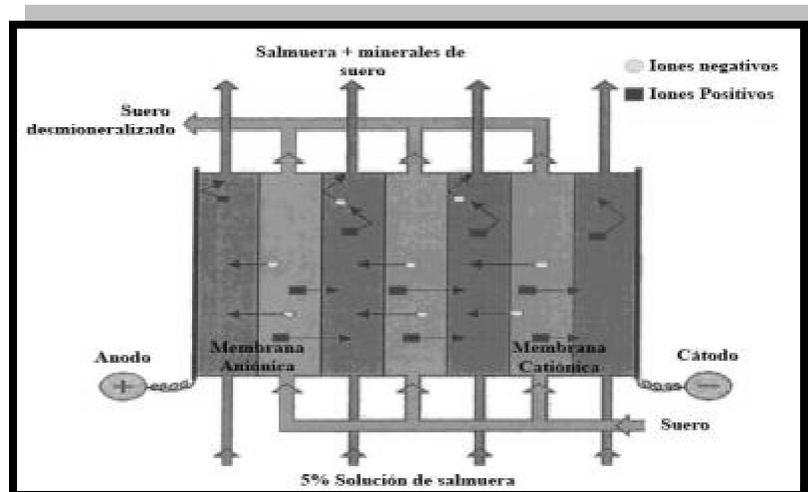
Aunque la electrodialisis es un procedimiento de separación con membrana, es diferente de otros procesos tales como ultrafiltración, osmosis reversa, nanofiltración, porque no separa según el tamaño de las partículas, sino por sus cargas eléctricas. Una de las ventajas más grandes de la electrodialisis comparada con el intercambio iónico, son los costos. La electrodialisis es mucho más barata. (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006).

La figura 2 muestra una “vista esquemática de una unidad de electrodiálisis, que consiste en un número de compartimientos separados por las membranas catiónicas y aniónicas a distancias de cerca de un milímetro” (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006)

De acuerdo a Van der Schans, citado por Recinos y Saz (2,006) Los iones negativos pueden pasar a través de la membrana del anión (cargada positivamente), pero son detenidos por la membrana del catión (cargada negativamente) (Ver figura 3). Los iones positivos pueden pasar a través de una membrana catiónica pero no a través de una membrana aniónica. Los electrodos de corriente directa se colocan al final de los compartimientos, indicados en la figura 2 como el ánodo y cátodo.

“El suero circula a través de las celdas diluidas, y las sales del suero son llevadas a través de una solución de salmuera del 5% en las celdas concentradas. La migración no es totalmente posible porque las membranas actúan como barreras a los iones de la misma carga”. (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006)

Figura 2 Principio de la desmineralización con electrodiálisis para uso con suero lácteo.

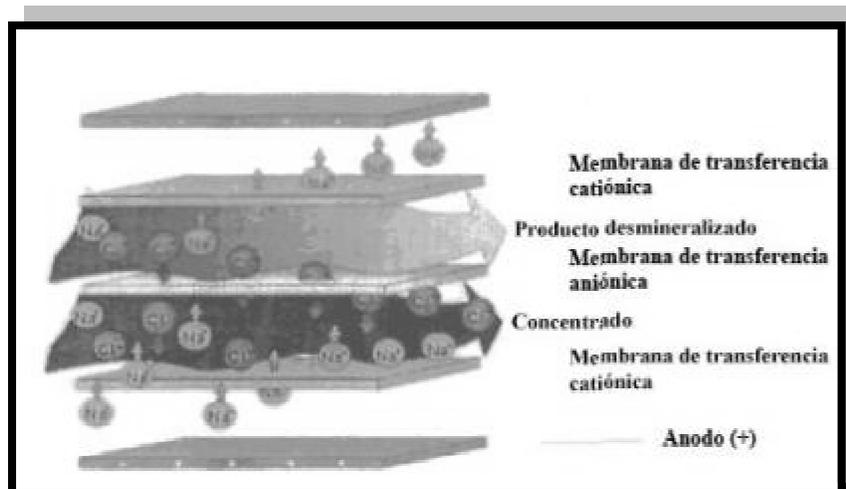


Fuente: Recinos y Saz (2,006)

“Los cationes cargados doblemente por ejemplo  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , están limitados principalmente a las proteínas del suero y a los iones negativamente cargados del fosfato, ambos son eliminados parcialmente. Se puede concluir que el suero, desmineralizado por la electrodiálisis contiene más calcio,

magnesio y fósforo que el suero que es desmineralizado por intercambio iónico”. (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006)

Figura 3. Vista esquemática de una membrana polar para separación de suero lácteo.

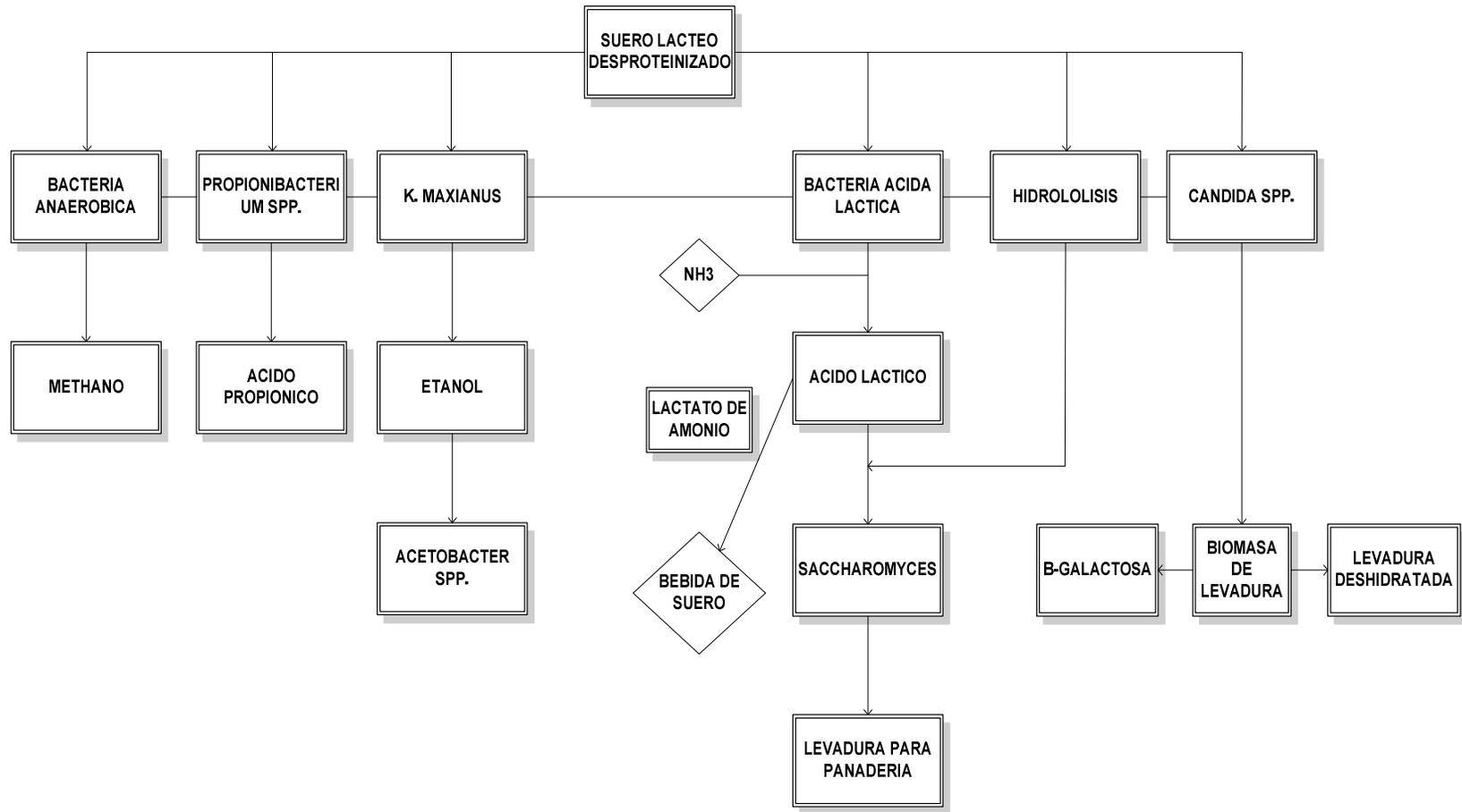


Fuente: Recinos y Saz (2,006)

“Recientemente, la electro-diálisis de membrana bipolar (BMED) se ha aplicado en el sector del alimento. Las membranas bipolares realizan la disociación del agua en la presencia de un campo eléctrico. Estas membranas se componen de tres porciones: una capa de intercambio aniónico, una capa de intercambio catiónico, y una interfaz hidrofílica”. (Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006)

Según Van der Schans, citado por Recinos y Saz (2,006) cuando se aplica una corriente directa, las moléculas de agua emigran en la capa hidrofílica en donde están separadas en  $H^{+}$  y  $OH^{-}$ . Aunque BMED es un nuevo método tiene buenas ventajas para usos en el sector alimenticio y para desmineralizar el suero. Un buen control de la BMED es posible aunque los productos deben tener una baja viscosidad para circular fácilmente en la celda de la electrodiálisis, a pesar de esto la desventaja principal es que la membrana se ensucia y se bloquea.

**A12. ESQUEMA GENERAL DE PROCESOS PRODUCTIVOS PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS A PARTIR DEL SUERO LÁCTEO DESPROTEINIZADO.**



Fuente: Van der Schans, citado por Recinos y Saz, 2,006

### A13. ENCUESTA PARA IDENTIFICAR EL CONOCIMIENTO DE SUERO LÁCTEO POR LA POBLACIÓN

Objetivo: Identificar cuáles son los productos a base de suero dulce que son conocidos por la población de la zona del Municipio de San Salvador, y así poder determinar que producto presenta un potencial alto para su elaboración y comercialización en el mercado.

1. Sexo:                    Masculino                     femenino

2. Edad:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 15 - 20 años | <input type="checkbox"/> 36 - 40 años  |
| <input type="checkbox"/> 21 - 25 años | <input type="checkbox"/> 41 - 45 años  |
| <input type="checkbox"/> 26 - 30 años | <input type="checkbox"/> 46 - 50 años  |
| <input type="checkbox"/> 31 - 35 años | <input type="checkbox"/> 51 o mas años |

3. Ingresos:

- Menos de \$200                     \$200- \$500                     Más de \$500

4. ¿Es sabedor usted que el suero dulce lácteo es utilizado para la fabricación de productos alimenticios?

- Si                     No

Su respuesta fue "Sí", que grupo de productos alimenticios conoce:

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Panadería  | <input type="checkbox"/> Boquitas           |
| <input type="checkbox"/> Lácteos    | <input type="checkbox"/> Productos en polvo |
| <input type="checkbox"/> Bebidas    | <input type="checkbox"/> Suplementos        |
| <input type="checkbox"/> Confitería | <input type="checkbox"/> Otros              |

5. De los siguientes productos alimenticios que contienen suero dulce lácteo, alguna vez usted ha consumido, sabedor que tienen este ingrediente:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Suplementos nutritivos | <input type="checkbox"/> Bebidas            |
| <input type="checkbox"/> Boquitas               | <input type="checkbox"/> Quesos             |
| <input type="checkbox"/> Golosinas              | <input type="checkbox"/> Dip (untables)     |
| <input type="checkbox"/> Postres congelados     | <input type="checkbox"/> Margarina          |
| <input type="checkbox"/> Sorbetes               | <input type="checkbox"/> Café               |
| <input type="checkbox"/> Aderezos               | <input type="checkbox"/> Productos en polvo |

6. Sabía usted que el suero lácteo es el alimento ideal para quienes desean estar bien alimentados ya que contiene alrededor del 50 % de los nutrientes de la leche original. Sabedor de esto ¿estaría usted dispuesto a consumir productos que contengan suero dulce lácteo?

- Si                       No

7. ¿Consumiría productos elaborados a partir de suero lácteo si éstos fueran elaborados por empresas nacionales?

- Si                       No

8. Las proteínas del suero son superiores que la mayoría de las proteínas de otros alimentos en términos de valor nutritivo. Conociendo esto de los siguientes productos que se elaboran con suero dulce, cual preferiría o consumiría con mayor frecuencia:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Bebidas nutritivas | <input type="checkbox"/> Quesos         |
| <input type="checkbox"/> Sorbetes           | <input type="checkbox"/> Dip (untables) |

**Muchas gracias por su colaboración.**



### A15. ENCUESTA PARA EVALUAR LA ACEPTACION DE LA BEBIDA FUNCIONAL

Objetivo: Evaluar la aceptación de la bebida funcional elaborada a partir de proteínas del suero dulce lácteo, así mismo determinar no solamente si a la gente le gusta sino también si estaría dispuesta a comprarlo.

1. ¿Qué calificación de la siguiente daría a cada una de las características que se evalúan?

Parámetro y Simbología

- ✓ Excelente (Satisfactorio) (E)
- ✓ Muy bueno (Aceptable) (MB)
- ✓ Regular (No aceptable) (R)

Bebida funcional a base de suero lácteo dulce con sabor a fresa			
Características	Calificación		
Sabor	E	MB	R
Consistencia	E	MB	R
Aroma	E	MB	R
Color	E	MB	R

2. ¿Qué calificación daría a la degustación de la muestra de la bebida?

Excelente       Muy bueno       Regular

3. ¿Estaría dispuesto a comprar la bebida?

SI       NO

## A16. BITÁCORA DE CÁLCULOS: SUERO LÁCTEO DULCE GENERADO POR LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO

Primer paso es determinar el volumen de las 3,726 libras de suero lácteo, para ello se utilizara la densidad del mismo, como se menciona anteriormente de 1.025Kg/lit, sabedores que la densidad es igual a la masa sobre el volumen, como lo muestra la ecuación<sub>[15]</sub> se tiene:

$$\rho = \frac{m}{v} \rightarrow v = \frac{m}{\rho} \quad [15]$$

Donde:

$\rho$ : densidad del suero lácteo

m: masa del suero lácteo

v: volumen del suero lácteo

Con la fórmula anterior se procede a determinar el volumen que ocupa las libras de suero lácteo, previamente se realiza la conversión de libras a su equivalente en kilogramo, el volumen da como resultado:

$$v = \frac{1,690.09 \frac{kg}{batch}}{1.025 \frac{kg}{lt}} = 1,648.87 \text{lt}/batch$$

Ya determinado la cantidad de litros generados por batch de suero lácteo, este se multiplica por la cantidad de batch al día de la empresa, el resultado de lo anterior se multiplica por la cantidad de días al año que la empresa opera, de esta forma se obtiene la cantidad de suero generado por una empresa láctea:

Suero lácteo generado en un día por la elaboración de queso fresco:

$$1,648.87 \frac{lt}{batch} \times 3 \text{ batch al dia} = 4,946.61 \frac{lt}{dia}$$

Suero lácteo generado a la semana por la elaboración de queso fresco:

$$225.69 \frac{lt}{dia} \times 6 \frac{dias}{semana} = 29,679.63 \frac{lt}{semana}$$

Suero lácteo generado al mes por la elaboración de queso fresco:

$$1,579.81 \frac{lt}{semana} \times 4 \frac{semanas}{mes} = 118,718.52 \frac{lt}{mes}$$

Suero lácteo generado anualmente por la elaboración de queso fresco:

$$6,319.26 \frac{lt}{mes} \times 52 \frac{semanas}{año} = 6,173,362.89 \frac{lt}{año}$$

Convirtiendo los litros de suero lácteo generado a su equivalente en metros cúbicos da como resultado, que la empresa láctea genera: 6,173.36m<sup>3</sup> de suero lácteo en un año solo en el proceso de elaboración de queso fresco.

## A17. TABULACIÓN DE ENCUESTA PARA IDENTIFICAR EL CONOCIMIENTO DEL SUERO LÁCTEO POR LA POBLACIÓN

### Pregunta 1

Tabla 1 Sexo de los encuestados

Sexo	Cantidad
Masculino	49
Femenino	92
Total	141

### Pregunta 2

Tabla2 Edad de los encuestados

Edad (años)	Cantidad
15-20	21
21-25	37
26-30	27
31-35	16
36-40	13
41-45	7
46-50	13
51 o +	7
Total	141

### Pregunta 3

Tabla 3 Ingresos de los encuestados

Ingresos (\$)	Cantidad
Menos de 200	54
200-500	58
Más de 500	29
Total	141

**4. ¿Conoce el suero o suero lácteo que es derivado de la fabricación de queso?**

Tabla 4 Conocimiento del suero lácteo

Respuesta	Cantidad
Si	118
No	23
Total	141

**Su respuesta fue “Si”, el suero lácteo es utilizado:**

Tabla 5 Que conoce del suero lácteo

Opciones	Cantidad
Requesón	90
Desecho	48
Productos Alimenticios	30
Alimento ganado	28
Productos Farmacéuticos	10

**5. ¿Es sabedor usted qué el suero dulce lácteo es utilizado para la fabricación de productos alimenticios?**

Tabla 6 El suero lácteo para la elaboración de productos alimenticios

Respuesta	Cantidad
SI	97
No	44
Total	141

**Su respuesta fue “Si”, que productos alimenticios conoce:**

Tabla 7 Productos que contiene suero lácteo

Opciones	Cantidad
Lácteos	95
Suplementos Nutritivos	13
Otros	10
Boquitas	7
Panadería	6
Bebidas	4
Confitería	3
Productos en polvo	3

**6. De los siguientes productos alimenticios que contienen suero dulce lácteo, alguna vez usted ha consumido:**

Tabla 8 Productos que contiene suero lácteo consumido por la muestra encuestada

Opciones	Cantidad
Quesos	88
Sorbetes	34
Dip (Untables)	21
Boquitas	13
Postres Congelados	13
Suplementos Nutritivos	12
Aderezos	7
Productos en polvo	6
Golosinas	4
Margarina	3
Bebidas	1
Café	0

**7. Sabía usted que el suero lácteo es el alimento ideal para quienes desean estar bien alimentados ya que contiene alrededor del 50 % de los nutrientes de la leche original. Sabedor de esto ¿estaría usted dispuesto a consumir productos que contengan suero dulce lácteo?**

Tabla 9 Encuestados dispuestos a consumir productos elaborados a base de suero lácteo

Respuesta	Cantidad
SI	136
No	5
Total	141

**8. ¿Consumiría productos elaborados a partir de suero lácteo si éstos fueran elaborados por empresas nacionales?**

Tabla 7. 1 Dispuestos a consumir productos elaborados a base de suero lácteo, fabricado por empresas nacionales

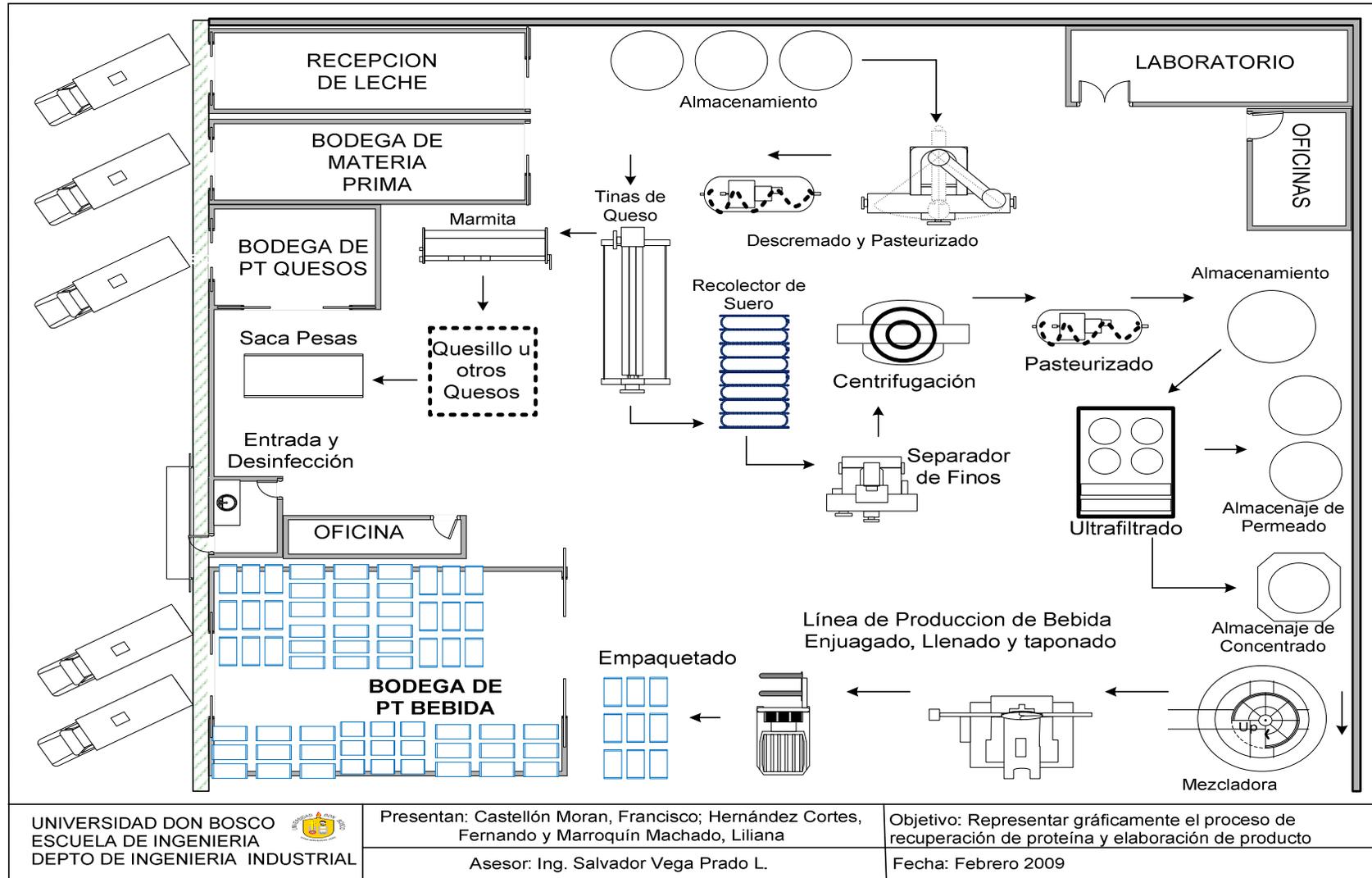
Respuesta	Cantidad
SI	132
NO	4
Descartados	5
Total	141

**9. Las proteínas del suero son superiores que la mayoría de las proteínas de otros alimentos en términos de valor nutritivo. Conociendo esto de los siguientes productos que se elaboran con suero dulce, cual preferiría o consumiría con mayor frecuencia:**

Tabla 11 Productos que contiene suero lácteo Preferidos por la población

Opciones	Cantidad
Bebidas Nutritivas	57
Quesos	41
Sorbetes	28
Dip ( Untables)	11
Ningún producto	4

**A18. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNA EMPRESA LÁCTEA UTILIZANDO EL SISTEMA DE UF**



## A19. HOJA TECNICA MEMBRANA

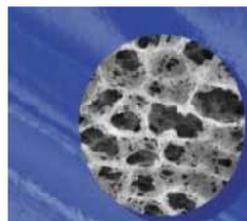


### Nylaflo™ Membrane Disc Filters

#### Description

A highly versatile laboratory membrane filter

- Excellent chemical compatibility with esters, bases, and alcohols.
- Naturally hydrophilic.
- Available in 0.2 and 0.45  $\mu\text{m}$  pore sizes, in diameters ranging from 13 to 142 mm.
- HPLC certified. Provides assurance that the filter will not add artifacts to your analysis.



#### Applications

#### Applications

- Useful for a wide range of applications. Offers broad chemical resistance to common solvents.
- Not recommended for acids > 1 N or halogenated solvents.

#### Specifications

**Filter Media**  
Hydrophilic nylon

**Pore Size**  
0.2 and 0.45  $\mu\text{m}$

**Typical Thickness**  
127  $\mu\text{m}$  (5 mils)

**Typical Water Flow Rate**  
mL/min/cm<sup>2</sup> at 0.7 bar (70 kPa, 10 psi)  
0.2  $\mu\text{m}$ : 12  
0.45  $\mu\text{m}$ : 16

**Maximum Operating Temperature - Water**  
100 °C (212 °F)

**Minimum Bubble Point - Water**  
0.2  $\mu\text{m}$ : 3.4 bar (340 kPa, 49 psi)  
0.45  $\mu\text{m}$ : 2.6 bar (260 kPa, 37 psi)

#### Complementary Products

- [47 mm Glass Filter Funnels](#)
- [Acrodisc® Premium Syringe Filters](#)
- [SolVac™ Filter Holder](#)

#### Ordering Information

#### Nylaflo Membrane Disc Filters

Part Number	Description	Pkg
66600	0.2 $\mu\text{m}$ , 13 mm	100/pkg

66601	0.2 $\mu\text{m}$ , 25 mm	100/pkg
66602	0.2 $\mu\text{m}$ , 47 mm	100/pkg
66603	0.2 $\mu\text{m}$ , 90 mm	100/pkg
66604	0.2 $\mu\text{m}$ , 142 mm	25/pkg
66606	0.45 $\mu\text{m}$ , 13 mm	100/pkg
66607	0.45 $\mu\text{m}$ , 25 mm	100/pkg
66608	0.45 $\mu\text{m}$ , 47 mm	100/pkg
66609	0.45 $\mu\text{m}$ , 90 mm	100/pkg
66610	0.45 $\mu\text{m}$ , 142 mm	25/pkg

---

© Copyright Pall Corporation

Visit us on the Web at [www.pall.com](http://www.pall.com)

## **A 20. RESULTADO DE PRUEBAS PREVIAS DEL PROCESO DE ULTRAFILTRACIÓN**

Para poder determinar la manera mas factible de realizar el proceso de Ultrafiltración (UF), se decidió realizar una serie de pruebas previas que permitieran identificar la mejor manera de realizar el proceso de UF, todo esto con el fin de reducir el tiempo de filtrado y evitar el desarrollo de la carga microbiana que podría incidir directamente en el concentrado final y consecuentemente en el producto.

De acuerdo a Muñí et al (2,008) un sistema previo de filtración del suero lácteo (Pre filtración) permite reducir la cantidad de restos de partículas de queso (arena de queso) y de algunos restos de grasa existentes en suspensión. Mientras que una centrifugación previa al proceso de ultrafiltración para Muñí et al (2,008) es necesaria porque ayuda a la separación de la grasa del suero lácteo, debido a que este se encuentra en presencia de grasa de la leche en forma de minúsculas gotas, en donde la mayoría posee diámetros aproximados de 3 a 10 $\mu$ m.

De acuerdo a ello se realizaron 4 pruebas previas, a continuación se presenta cada una de ellas:

### **Prueba 1.**

Antes de la prueba 1, se paso determinando cual seria la cantidad o batch (lotes) necesario que podría a travesar sin ningún problema la membrana sin que se tuvieran la posibilidad de generar microorganismos por el tiempo de exposición del suero lácteo al ambiente, se conoce con una cantidad de 50ml pero estos tardaron alrededor de 24 horas para atravesar la membrana, a partir de esto se decidió determinar la cantidad en ml de suero que había a travesado la membrana (el permeado) y se pudo constatar que el permeado que había atravesado era de 25ml, es de ahí que se decidió la cantidad de suero lácteo que iba ser utilizado en cada batch.

Igualmente se investigo la manera de generar mas succión de vacio con bombas eléctricas, pero la experiencia que se logro adquirir en cada uno de la pruebas al utilizar dichas bombas, pudieron determinar que el proceso no cambiaba, aunque en un principio el suero lácteo atravesaba con mayor rapidez pero solo eran los primeros minutos, luego este se quedaba en proceso mas lento y se tenia el problema que las bombas se empezaban a calentar, así que viendo que el proceso era similar al usar las manuales se prefirió el uso de estas ultimas, además de tener la ventaja de tener un vacuometro incorporado.

Finalmente se comenzaron las pruebas previas, Para el caso de la prueba numero 1 del proceso de UF, no se realizó ningún tratamiento previo al suero lácteo que se utilizó, además se realizaron batch de 25 ml de suero lácteo como entrada al proceso de cada una de las cuatro pruebas de UF, es decir 4 diferentes membranas. En la prueba 1 se puede observar que el tiempo de proceso promedio de UF para los cuatro equipos fue de 535 minutos. Al final de cada uno de los procesos de UF se obtuvo un concentrado, el valor de este se logro realizando dos tipos de pesados, uno exactamente posterior a la finalización del ultrafiltrado, y el otro que consistía en dejarlo secar para eliminar el peso de la humedad impregnada en la membrana.

De acuerdo a la tabla 1, que muestra los resultados del proceso de UF, de los cuatro procesos de UF, se obtuvo un concentrado luego del secado con un total de 1.262 gr, en relación al suero lácteo de entrada que fue 100 ml.

Tabla 1 Resultado de prueba 1 del proceso de Ultrafiltración

Proceso Ítem	Ultrafiltrado 1 Equipo 1	Ultrafiltrado 2 Equipo 2	Ultrafiltrado 3 Equipo 3	Ultrafiltrado 4 Equipo 4
Suero dulce (g)	25,352	25,258	25,408	25,3
Membrana (g)	0,081	0,08	0,078	0,078
Tiempo de proceso (min)	184	32	177	142
Presion (Hgcm)	62	60	60	61
Temperatura (°C)	27	27	26	27
Desecho (g)	9,194	0	9,929	10,26
Permeado (g)	18,37	23,288	16,462	14,334
Concentrado	0,246	0,187	0,253	0,259
Concentrado seco	0,048	0,076	0,061	0,064

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de UF

Igualmente contiguo al proceso de UF, se realizó una prueba de filtración para poder determinar la cantidad de retenido que podía lograr los filtros, para ello en primer lugar se calentó el suero lácteo hasta llegar a una temperatura de 60 °C con el fin de lograr una mayor precipitación en el mismo, posteriormente este se filtro a través de un filtro de 15 cm de diámetro. Finalmente luego de que el Suero Lácteo pasara a través del filtro, se peso el filtro y por diferencia de pesos el concentrado obtenido fue de 3.775 gramos. A continuación en la siguiente tabla 2 se muestra otros datos relevantes obtenidos del proceso de filtrado.

Tabla 2 Resultados del Proceso de filtración

Proceso	Filtrado Equipo 1
Suero dulce (g)	138,487
Filtro (g)	1,346
Tiempo de proceso (min)	182
Presion (Hgcm)	atmosferica
Temperatura (°C)	29
Desecho (g)	7,158
Permeado (g)	115,457
Concentrado (g)	3,775
Concentrado seco (g)	0,548

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de UF

**Prueba 2:**

Los datos que se obtuvieron de los procesos de UF de la prueba 2, se muestran a continuación, en la tabla 3:

Tabla 3 Resultado de prueba 2 del proceso de Ultrafiltración

Proceso	Ultrafiltrado 1 Equipo 1	Ultrafiltrado 2 Equipo 2	Ultrafiltrado 3 Equipo 3
Suero dulce c/probeta (g)	50,42	25,63	26,062
Membrana (g)	0,09	0,078	0,079
Tiempo de proceso	176	197	120
Presion (Hgcm)	60	58	60
Temperatura (°C)	27	27	27
Desecho (g)	8,731	10,11	10,558
Permeado (g)	42,098	17,682	14,942
Concentrado	0,218	0,287	0,276
Concentrado seco	0,037	0,032	0,067

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de UF

Para las prueba 2, se realizaron tres variantes diferentes, para el caso del proceso de UF1 los datos que se obtuvieron fueron a partir un tratamiento de pre filtración, antes del proceso de UF. Mientras que para el proceso UF2 muestra datos que se obtuvieron al tener una entrada de suero lácteo sin ningún tratamiento previo y finalmente el proceso de UF3 en la entrada del proceso se utilizo suero lácteo con un proceso previo de centrifugación.

Como se puede observar en la tabla anterior entre los resultados de los procesos de UF1 y la UF2, la entrada de suero lácteo de UF1 es el doble de la entrada del suero lácteo de UF2, esto es debido a que se realizaron dos corridas, con un batch de 25ml, con la misma membrana, a pesar de las

entradas la diferencia del tiempo de proceso entre ambos procesos fue de 21 minutos, es decir, la UF1 tenía más suero lácteo que filtrar y lo hizo a un menor tiempo que la UF2.

En la comparación del concentrado de la UF1 y UF2, se observa que el concentrado de UF2 fue mayor cuando todavía estaba húmedo, sin embargo teniendo en cuenta lo que menciona Muñí et al (2,008) cuando hace referencia a la cantidad de restos de partículas de queso, se podría decir que UF2 podría tener en el concentrado dichas partículas. Finalmente al observar el peso del concentrado seco de la UF2 se puede ver que es menor en un 0.005 mg al peso del UF1.

Igualmente se observa que el tiempo de proceso para el UF3 es menor en 77 minutos que el tiempo de proceso de UF2, esto se pudo deber a que el suero lácteo estaba más liviano ya que se le redujo la cantidad de grasa, y su ultrafiltrado fue más fluido. En esta comparación de igual manera se observa que el concentrado con la humedad del UF2 es mayor que la UF3, sin embargo pasa el mismo efecto cuando se seca la membrana es mayor el concentrado en el UF3 que en el UF2.

Entre los tres procesos, se observó que el que tiene un menor tiempo de proceso es el UF1, ya que éste se tardó 176 minutos en ultrafiltrar dos corridas, en comparación a los UF2 y UF3. Sin embargo no se obtuvo un concentrado favorable ya que fue menor si se compara con los otros dos procesos de UF.

En comparación a los tres procesos de UF, el que retuvo más concentrado en la membrana fue el UF3 con una concentración seca de 0.067gr, dejando una diferencia de 0.03 gr y 0.035 gr respectivamente a UF1 y UF2.

El proceso de centrifugación del suero lácteo previo al proceso de UF, presentó mejores resultados en cuanto a la relación de tiempo y concentrado en la membrana seca.

### **Prueba 3.**

Al igual que las pruebas anteriores se realizaron batch de 25ml de suero lácteo para cada uno de los procesos de UF, para la prueba número 3 se llevaron a cabo cuatro procesos de UF diferentes, es decir que se utilizaron 4 membranas diferentes. Para cada uno de los procesos se realizó una variante de la siguiente manera:

Para el caso de los procesos UF1 y UF2 se realizó un proceso previo de filtración del suero lácteo, para reducir el resto de partículas que pudieran haber quedado del proceso de fabricación de queso, posterior a ello se centrifugo por un tiempo de 15 minutos, para luego quitar el concentrado precipitado en la parte superior del suero lácteo. Cabiendo mencionar que para el proceso UF1 se realizaron dos corridas, es decir luego de terminar el primer proceso se procedió a agregar un segundo batch de 25ml de suero Lácteo.

Para el proceso UF3 únicamente se realizó una previa filtración del suero lácteo. Con referencia al último proceso de Ultrafiltración, el UF4, se realizó una variante ya que se utilizó el suero que se ultra filtro en los tres procesos de UF anteriores, generando así dos corridas en la misma membrana. El resultado de los procesos de pre tratamiento se observan en las tablas 4 y 5 mientras que en tabla 6 se puede observar los resultados obtenidos en los procesos de UF realizados.

Tabla 4 Resultados Tratamiento previo: Pre filtración

Prefiltrado	Filtro 1	Filtro 2
Peso (g)	1,324	1,325
Suero entrada (g)	49,683	52,097
Concentrado(g)	2,873	2,884
Concentrado seco (g)	1,005	1,007

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de UF

Como se observa en la tabla anterior se agrego 101.78 gramos (100ml) de suero lácteo en la entrada para que éste pudiera suplir la cantidad de suero utilizado en los procesos de UF1 y UF2, ambos filtros retuvieron una cantidad similar de concentrado 2.873g y 2.884g respectivamente. Posterior a ello se paso al proceso de centrifugación.

Tabla 5 Resultados Tratamiento previo: Centrifugación

Centrigugado	Tubo 1	Tubo 2
Peso (g)	33,407	33,59
Suero entrada(g)	24,814	24,913
Remocion(g)	0,013	0,026
Suero Salida(g)	24,801	24,887

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de UF

El proceso de centrifugación del suero lácteo estuvo en la centrifugadora por 15 minutos, lo cual dio como resultado una reducción del suero lácteo de 0.013 gramos para el caso 1 y 0.026 gramos

de suero lácteo para el caso 2. La remoción fue mínima dado que la cantidad de suero fue de 25 ml como valor de referencia en la probeta.

Tabla 6 Resultado de prueba 3 del proceso de Ultrafiltración

Proceso Ítem	Ultrafiltrado 1 Equipo 1	Ultrafiltrado 2 Equipo 2	Ultrafiltrado 3 Equipo 3	Ultrafiltrado 4 Equipo 2
Suero dulce (g)	41,438	27,565	27,711	64,85
Membrana (g)	0,078	0,078	0,081	0,077
Tiempo de proceso	41	14	82	80
Presion (Hgcm)	60	60	60	60
Temperatura (°C)	27	27	27	27
Desecho (g)	0	0	0	0
Permeado (g)	33,803	27,047	26,645	42,641
Concentrado	0,212	0,163	0,243	0,304
Concentrado seco	0,045	0,039	0,069	0,062

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de UF

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior se observa que a pesar de la diferencia de suero lácteo agregado en los procesos UF1 y UF2, tratados previamente, se obtuvo como resultado un concentrado en el cual se variaba solamente 49mg entre ambos procesos. Igualmente se observa que ambos tuvieron un tiempo de proceso diferente con una diferencia de 27 minutos y esto no significo una diferencia marcada entre ambos retenidos. Para el caso del proceso de UF3 se observó que el concentrado fue mayor que los procesos anteriormente expuestos y un tiempo total de proceso que duplicaba al proceso UF1 y seis veces mayor que el proceso UF2. Para el proceso UF4 en donde se utilizó el permeado de los procesos anteriores el tiempo de duración del proceso fue de 80 minutos, dos minutos menos que el proceso UF3 y la cantidad de concentrado (0.304g) que se logro obtener en este proceso fue mayor que los tres procesos anterior a éste.

Para las procesos realizados en la prueba 3 se redujeron los tiempos de proceso de manera considerada y los valores de concentrado fueron mayores que la prueba 2.

#### Prueba 4.

Igualmente para los procesos de la prueba 4 se realizaron con batch de 25ml de suero lácteo para cada corrida. Esta prueba a diferencia de las pruebas previas cada una de las corridas se les realizaron los tratamientos previos, pre filtración y centrifugación, para luego pasar al proceso de ultrafiltración.

Para acelerar el proceso de pre filtración del suero lácteo se utilizaron 4 filtros diferentes, y una cantidad de 206.883 gramos (200 ml), con el fin de poder lograr mas de de un centrifugado y poder suplir la cantidad de suero lácteo que se deseaba filtrar. Los filtros retuvieron un valor de concentración de 11.5 gramos en conjunto. La tabla 7 muestra una tabla resumen del proceso de pre filtración.

Tabla 7 Resultados Tratamiento previo: Pre filtración

Prefiltrado	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Filtro 4
Peso (g)	1,326	1,311	1,3	1,295
Suero entrada (g)	54,792	50,917	50,587	50,817
Concentrado(g)	2,919	2,786	2,982	2,863
Concentrado seco (g)	0,722	0,72	1,003	0,728

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de UF

Luego del proceso de pre filtración se procedió a pasar al proceso de centrifugación, dicho proceso de realizo en dos ocasiones, dado que como se menciona anteriormente la centrifugadora solo posee 4 secciones (tubos) para agregarle el suero lácteo. Para el primer proceso de centrifugación la cantidad de suero agregada fue de 99.152 gramos de suero lácteo (100ml), de este luego de la centrifugación se obtuvo 98.966 gramos de suero, lo que significo una remoción de 186mg de precipitado en el proceso. La siguiente tabla 8 se muestra los datos obtenidos en el proceso.

Tabla 8 Resultados Tratamiento previo: Centrifugación

Centrifugado (1)	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4
Peso (g)	33,483	33,186	33,772	33,653
Suero entrada(g)	24,704	24,83	24,804	24,814
Remocion(g)	0,043	0,079	0,035	0,029
Suero Salida(g)	24,661	24,751	24,769	24,785

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de UF

Para el caso del centrifugado número dos solo se utilizaron dos secciones de la centrifugadora, mientras las otras dos se dejaron vacías para evitar que la máquina se desestabilizara. La cantidad de suero lácteo en la entrada del proceso fue de 50.152 gramos (50ml), luego de finalizar el proceso de centrifugación se obtuvo 50.021 gramos, lo que significó que en conjunto se removió 131 miligramos de precipitado. A continuación se presenta la tabla con los resultados obtenidos en el segundo proceso de centrifugación.

Tabla 9 Resultados Tratamiento previo: Centrifugación

Centrigugado (2)	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4
Peso (g)	33,813	33,196	33,6	33,409
Suero entrada(g)	25,104	0	25,048	0
Remocion(g)	0,052	0	0,079	0
Suero Salida(g)	25,052	0	24,969	0

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de UF

De acuerdo a los datos de centrifugación mostrados anteriormente se puede observar que en la mayoría de los casos la cantidad de suero agregado en la centrifugadora así es la cantidad de remoción que se puede lograr.

Posteriormente se realizó el proceso de ultrafiltración, cabiendo destacar que para los tres procesos de UF, se realizaron dos corridas, es decir que dos de las secciones (tubo) centrifugadas procedían a ser ultrafiltradas en la misma membrana. Dicha decisión fue tomada para determinar cual seria la capacidad de retención si se le agregaba más suero lácteo a la entrada del proceso y con la ventaja de que el tiempo de proceso se reducía si se hace un tratamiento previo del suero. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en los procesos de ultrafiltrado de la prueba número 4.

Tabla 10 Resultado de prueba 3 del proceso de Ultrafiltración

Ítem	Proceso		
	Ultrafiltrado 1 Equipo 1	Ultrafiltrado 2 Equipo 2	Ultrafiltrado 3 Equipo 3
Suero dulce(g)	49,446	49,803	49,738
Membrana (g)	0,078	0,077	0,075
Tiempo de proceso (min)	192	164	166
Presion (Hgcm)	60	60	60
Temperatura (°C)	27	28	27
Desecho (g)	11,884	13,442	13,651
Permeado (g)	36,902	35,699	35,074
Concentrado (g)	0,208	0,234	0,264
Concentrado seco (g)	0,042	0,051	0,051

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de UF

De acuerdo a los resultados el tiempo proceso del ultrafiltrado es similar, aunque mucho mayor que para los procesos de UF de la prueba dos, pero cabe destacar que de acuerdo a la toma de datos las primeras corridas de los tres procesos tardaron 22, 13 y 14 minutos respectivamente para cada uno de los procesos, las segundas corridas fueron las que se tardaron el resto del tiempo, lo que podría deberse a la temprana saturación de los poros de las membranas, lo que conlleva a que se desechara el suero Lácteo luego de pasar mucho tiempo sin que se observara

filtración alguna. De la tabla anterior, además se observa que los concentrados poseen un valor similar para los tres casos, igualmente el concentrado en seco mantiene una tendencia de valores de concentración similares.

La tabla 11 muestra un resumen de los valores promedios de cada uno de las metodologías, los valores de mayor relevancia en dicha tabla son la cantidad real de suero utilizado y la cantidad de concentrado obtenido posterior al ultra filtrado

Tabla 11 Proceso de ultrafiltrado: datos promedio.

Proceso de ultrafiltrado datos promedio					
metodología Item	Sin tratamiento	C/tratamiento: prefiltrado	C/tratamiento: Centrifugado	C/tratamiento: Pre filtración y Centrifugado	Como permeado
Entrada (g)	25,330	26,044	26,062	24,221	25,940
Desechado (g)	7,346	4,366	10,558	6,496	0,000
Suero lacteo Utilizado (g)	17,984	21,678	15,504	17,725	25,940
Permeado (g)	18,114	22,914	14,942	18,725	21,321
Concentrado (g)	0,236	0,231	0,276	0,216	0,304
Concentrado seco (g)	0,062	0,053	0,067	0,046	0,062
Tiempo de proceso (min)	134	86	120	64	40

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de UF

Cabe destacar que el peso de permeado, para las metodologías de suero sin tratamiento, con tratamiento con pre filtrado, y con ambos pre tratamientos, su valor en peso del permeado es mayor que el peso del suero utilizado, esto debido a que ocurre un proceso físico en donde las paredes del recipiente metálico del sistema de UF comienza a condensarse por la diferencia de presiones que se generan tanto del interior del recipiente como del exterior lo que provoca que el permeado de este aumente. Este fenómeno ocurrió cuando el proceso de ultrafiltrado requería de varios minutos para que el suero pudiera atravesar la membrana. Mientras que las metodologías restantes el valor en peso del permeado, sumado con el concentrado, es menor que el suero utilizado esto podría deberse a pérdidas de suero lácteo en el proceso de UF. Por causas de colocación de la membrana, o a la hora de haber pesado el suero lácteo en las diferentes fases tratamiento y ultrafiltrado.

Para poder determinar el condensado de agua presente en el permeado del suero lácteo dulce se partió de:

$$A = B + C \text{ (Ec.1)}$$

En donde:

A: Suero lácteo dulce utilizado

C: Suero lácteo dulce concentrado

B: Suero lácteo dulce Permeado

Y conociendo que el permeado era el permeado real más el condensado ocurrido en el sistema se

$$B = a + b \text{ (Ec.2)}$$

En donde

a: Permeado real

b: condensado

Sustituyendo la primera ecuación con la segunda se pudo obtener la cantidad de condensado presente en el permeado del suero lácteo dulce:

$$a = A - (b + C) \text{ (Ec.3)}$$

Para el caso de las pérdidas en el sistema se partió igualmente de la ecuación 4,

$$A = B + C + D \text{ (Ec.4)}$$

En donde:

A: Suero lácteo dulce utilizado

C: Suero lácteo dulce concentrado

B: Suero lácteo dulce Permeado

D: Pérdidas de suero lácteo dulce.

Despejando la ecuación 4 se puede determinar las pérdidas en el sistema de suero lácteo:

$$D = A - B - C \text{ (Ec.4 despejada)}$$

La tabla 12 se presenta la información real del permeado, sin el condensado y las pérdidas de suero lácteo que pudieron ocurrir en el proceso de ultrafiltrado.

Tabla 12 Proceso de Ultrafiltrado: valor real del permeado

Proceso de ultrafiltrado datos promedio					
metodología	Sin tratamiento	C/tratamiento: prefiltrado	C/tratamiento: Centrifugado	C/tratamiento: Pre filtración y Centrifugado	Como permeado
Suero lacteo Utilizado (g)	17,984	21,678	15,504	17,725	25,940
Condesado (g)	0,366	1,5	0,0	1,216	0,000
Perdidas de suero (g)	0,0	0,0	0,286	0,0	4,316
Permeado real (g)	17,748	21,448	14,942	17,509	21,321
Concentrado (g)	0,236	0,231	0,276	0,216	0,304

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de UF

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior, se puede observar que la metodología donde se utiliza un tratamiento previo, en este caso la centrifugación se obtiene una mayor cantidad de concentrado que las restantes, aunque es valioso mencionar que la metodología en donde se utilizan ambos tratamientos previos, pre filtrado y centrifugación, no se encuentra alejada de la metodología mencionada en primer lugar. Es importante destacar que la metodología en donde se utiliza el permeado obtenido de procesos anteriores de UF podría permitir un reproceso del sistema de UF, la cual permitiría generar un mayor rendimiento en la concentración, que es uno de los aspectos que interesan. además con respecto a los tiempos de cada uno de los procesos, mostradas en la tabla 11 se puede determinar que el proceso con menor tiempo, dejando de lado la metodología en donde se utiliza el permeado, es la metodología que utiliza como tratamiento el pre filtrado y la centrifugación.

## A21. HOJA DE REGISTRO DEL PROCESO DE ULTRAFILTRADO

Suero Lácteo Dulce pH: 6.15		Hoja de registro Área (cm <sup>2</sup> ): 17.349 Temperatura (°C): 14.4			Fecha: 06-Nov 2,008		
Corrida	Peso membrana (gr)	Entrada suero lácteo (gr)	Presión (CmHg)	Tiempo de proceso (min)	Permeado (gr)	Concentrado (gr)	Concentrado seco (gr)
1	0.068	29.151	58	23	10.872	0.158	0.041
2	0.069	35.903	60	23	10.524	0.198	0.031
3	0.07	35.753	59	21	10.143	0.157	0.039
4	0.072	33.764	60	19	18.972	0.149	0.028
5	0.074	21.004	60	24	16.076	0.143	0.031
6	0.072	20.736	60	25	15.111	0.136	0.016
7	0.076	22.468	62	26	17.133	0.143	0.024
8	0.068	21.136	60	22	17.423	0.187	0.026
9	0.076	23.300	60	19	17.237	0.143	0.018
10	0.076	20.138	62	20	15.229	0.145	0.023
11	0.074	18.949	60	21	13.664	0.15	0.021
12	0.078	18.242	60	14	13.362	0.208	0.033
13	0.076	21.306	62	20	14.144	0.135	0.034
14	0.075	21.668	60	18	14.449	0.164	0.028
15	0.07	27.438	60	14	19.365	0.141	0.029
16	0.075	22.228	62	15	16.259	0.17	0.028
17	0.076	23.576	60	15	17.621	0.191	0.025
18	0.075	19.112	60	11	15.27	0.126	0.028
19	0.078	22.588	62	12	17.521	0.133	0.023
20	0.076	22.838	60	15	17.422	0.125	0.026
21	0.077	26.290	60	14	18.261	0.178	0.029
22	0.076	16.154	62	16	14.142	0.109	0.018
23	0.074	15.372	60	13	11.016	0.085	0.016
	Total	539.114	-	420	351.216	3.474	0.615

Fuente: Elaboración propia

## A22. HOJA DE REGISTRO PARA EL PROCESO DE PREFILTRADO

Hoja de registro							
Filtrado							
Ítem	Filtro1	Filtro2	Filtro3	Filtro4	Filtro5	Filtro6	Filtro7
Peso (gr)	1.326	1.312	1.298	1.315	1.324	1.326	1.304
Suero lácteo (gr)	54.792	56.917	50.587	50.792	51.815	49.985	52.025
Concentrado (gr)	3.575	2.773	2.484	2.833	2.991	2.768	2.982
Permeado(gr)	50.537	52.62	46.419	46.595	47.667	45.881	47.79
Desecho (gr)	0.68	1.524	1.684	1.364	1.157	1.336	1.253

Filtrado							
Ítem	Filtro1	Filtro2	Filtro3	Filtro4	Filtro5	Filtro6	Filtro7
Peso (gr)	1.285	1.323	1.297	1.315	1.298	1.326	1.32
Suero lácteo (gr)	50.815	51.256	52.268	50.845	50.247	51.506	50.485
Concentrado (gr)	3.215	3.981	3.58	2.915	2.848	2.564	3.121
Permeado(gr)	46.709	47.058	48.037	46.594	46.262	47.378	46.21
Desecho (gr)	0.891	0.217	0.651	1.336	1.137	1.564	1.154

Fuente: Elaboración propia

## A23. HOJA DE REGISTRO DEL PROCESO DE CENTRIFUGADO

Hoja de registro						
Centrifugado						
Ítem	Tubo1	Tubo2	Tubo3	Tubo4	Tubo5	Tubo6
Peso (gr)	33.225	33.425	33.631	33.814	33.255	33.425
Suero lácteo (gr)	38.159	38.673	38.785	38.816	24.855	24.967
Remoción (gr)	9.008	2.77	3.032	5.052	3.851	4.231
Centrifugado (gr)	29.151	35.903	35.753	33.764	21.004	20.736
Centrifugado						
Ítem	Tubo1	Tubo2	Tubo3	Tubo4	Tubo5	Tubo6
Peso (gr)	33.631	33.814	33.255	33.425	33.631	33.814
Suero lácteo (gr)	25.621	24.911	29.813	29.222	27.406	27.762
Remoción (gr)	3.153	3.775	6.513	9.084	8.457	9.52
Centrifugado (gr)	22.468	21.136	23.3	20.138	18.949	18.242
Centrifugado						
Ítem	Tubo1	Tubo2	Tubo3	Tubo4	Tubo5	Tubo6
Peso (gr)	33.255	33.425	33.631	33.814	33.255	33.425
Suero lácteo (gr)	27.843	30.085	32.159	27.882	29.981	28.275
Remoción (gr)	6.537	8.417	4.721	5.654	6.405	9.163
Centrifugado (gr)	21.306	21.668	27.438	22.228	23.576	19.112
Centrifugado						
Ítem	Tubo1	Tubo2	Tubo3	Tubo4	Tubo5	Tubo6
Peso (gr)	33.631	33.814	33.255	33.425	33.631	-
Suero lácteo (gr)	29.169	27.976	33.743	28.821	27.833	-
Remoción (gr)	6.581	5.138	7.453	12.667	12.461	-
Centrifugado (gr)	22.588	22.838	26.29	16.154	15.372	-

Fuente: Elaboración propia

## A24. ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE MUESTRAS

Analisis fisico-quimico Suero dulce lacteo



FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL

Laboratorio de Calidad Integral  
UNIDAD DE ANALISIS FISICO-QUIMICOS

REPORTE DE ANALISIS VARIOS

MUESTRA: 08118154 - 01

Pag. 1 / 1



### DATOS GENERALES

Muestra: SUERO LACTEO DULCE

Nombre: FRANCISCO CASTELLÓN

Propiedad: \*N/A

Dirección: UNIVERSIDAD DON BOSCO

Teléfono: 2242-219 Fax: 7140-250

### FECHAS

Recibido: 07/11/2008

Análisis: 07/11/2008

Reporte: 08/11/2008

### ANÁLISIS

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	Unidades	Método	Referencia
001 Proteína (Lacteos)	0.72	g/100 g muestra	Kjeldahl Modificado	AOAC 16 Ed. 1995
001 Fibra cruda	0.00	g/100 g muestra	Gravimetric	AOAC 16 Ed. 1995
001 Ceniza	0.55	%	Dirección	AOAC 16 Ed. 1995
001 Humedad	92.98	%	Dirección	AOAC 16 Ed. 1995
001 Carbohidratos Totales	0.00	%	Factor Anular	AOAC 16 Ed. 1995

### OBSERVACIONES

Sólidos Totales: 0.92 %

Jefe Unidad Físico Químico

Lic. Ana María de Umaña



Nota: Esta muestra FUE tomada por el Cliente.

El informe no debe ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio.

No se recibirán reclamos después de 45 días del ingreso de la muestra.

Urb. y Blvd. Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador, C. A. e-mail: laboratorio@fusades.org.sv

Tel. (503) 2248-5681 Fax: (503) 2248-5669, sitio web: www.fusades.org.sv ó www.fusadeslab.org.sv

UN PROGRAMA DE LA FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL

Análisis físico-químico permeado



FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL

Laboratorio de Calidad Integral  
UNIDAD DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

REPORTE DE ANÁLISIS VARIOS

MUESTRA: 08118155-01

Pag. 1 / 1



DATOS GENERALES

Muestra: SUZGO LACTEO DULCE PERMEADO

Nombre: FRANCISCO CASTELLON

Propiedad: \*N/A

Dirección: UNIVERSIDAD DON BOSCO

Teléfono: 2248-219 Fax: 7140-256

FECHAS

Recibido: 07/11/2008  
Análisis: 07/11/2008  
Reporte: 27/11/2008

ANÁLISIS

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	Unidades	Método	Referencia
C061 Proteína (Lacteos)	6.89	g/100 g muestra	Kjeldahl Modificado	AOAC 16 Ed. 1995
C061 Grasa muestra homeda	0.50	g/100g muestra	Tinidel	AOAC 16 Ed. 1995
C061 Fibra cruda	6.00	g/100g muestra	Gravimetric	AOAC 16 Ed. 1995
C061 Cereza	0.52	%	Gravimetric	AOAC 16 Ed. 1995
C061 Humedad	84.10	%	Gravimetric	AOAC 16 Ed. 1995
C061 Carbohidratos Totales	4.69	%	Factor Abstra	AOAC 16 Ed. 1995

OBSERVACIONES

Sólidos Totales : 5.77 %

*Ana Maria de Umaña*

Jefe Unidad Físico Químico  
Lic. Ana Maria de Umaña



Nota: Esta muestra FUE tomada por el Cliente.

El informe no debe ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio.

No se recibirán reclamos después de 45 días del ingreso de la muestra.

Urb. y Blvd. Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador, C. A. e-mail: laboratorio@fusades.org.sv  
Tel. (503) 2248-5681 Fax: (503) 2248-5669, sitio web: www.fusades.org.sv ó www.fusadeslab.org.sv

UN PROGRAMA DE LA FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL

Análisis físico-químico concentrado



FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL

Laboratorio de Calidad Integral

UNIDAD DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

REPORTE DE ANÁLISIS VARIOS

MUESTRA: 0811R156 - 01

Pag. 1 / 1



DATOS GENERALES

Muestra: SUERO LACTEO DULCE CONCENTRADO

Nombre: FRANCISCO CASTELLON

Propiedad: \*N/A

Dirección: UNIVERSIDAD DON BOSCO

Teléfono: 2202-2190 Fax: 7140-2508

FECHAS

Recibido:	07/11/2008
Análisis:	07/11/2008
Reporte:	27/11/2008

ANÁLISIS

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	Unidades	Método	Referencia
C003 Proteína (Lacteos)	5.45	g/100 g muestra	Fjeldski Modificado	AOAC, 14 Ed. 1998

OBSERVACIONES

*Francisco Castellon*

Jefe Unidad Físico Químico  
Lic. Ana Maria de Unzueta



Nota: Esta muestra FUE tomada por el Cliente;

El informe no debe ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio.

No se recibirán reclamos después de 45 días del ingreso de la muestra.

Urb. y Blvd. Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador, C. A. e-mail: laboratorio@fusades.org.sv

Tel. (503) 2248-5681 Fax: (503) 2248-5669, sitio web: www.fusades.org.sv ó www.fusadeslab.org.sv

UN PROGRAMA DE LA FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL

Análisis físico-químico bebida funcional sabor a fresa



FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL

**Laboratorio de Calidad Integral**  
 UNIDAD DE ANALISIS FISICO-QUIMICOS  
 REPORTE DE ANALISIS VARIOS

Pag. 17 de 18



MUESTRA: 08110235 - 01

**DATOS GENERALES:**

Muestra: BEBIDA DE SUEBO LACTEO DULCE

Nombre: FRANCISCO CASTELLON

Propiedad: SNA

Dirección: UNIVERSIDAD DON BOSCO

Teléfono: 2248-2119 Fax: 7140-256

**FECHAS**

Recibido:	10/11/2008
Análisis:	11/11/2008
Reporte:	27/11/2008

**ANÁLISIS**

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	Unidades	Método	Referencia
OD01 - Proteína (Lácteos)	0.87	g/100 g muestra	Kjeldahl Modificado	AOAC 14 Ed. 1995
OD01 - Grasa (muestra húmeda)	1.27	g/100g muestra	Socotol	AOAC 18 Ed. 1995
OD01 - Fibra cruda	0.00	g/100 g muestra	Re-Acids	AOAC 14 Ed. 1995
OD01 - Cenizas	0.49	%	Gravimétrico	AOAC 18 Ed. 1995
OD01 - Humedad	78.18	%	Gravimétrico	AOAC 18 Ed. 1995
OD01 - Carbohidratos Totales	18.30	%	Factor Abotter	AOAC 18 Ed. 1995

**OBSERVACIONES**

Sólidos Totales: 20.38 %

*Francisco Castellón*

Jefe Unidad Físico Químico  
 Lic. Ana María de Unzueta



Nota: Esta muestra FUE tomada por el Cliente.

El informe no debe ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio.

No se recibirán reclamos después de 45 días del ingreso de la muestra.

Urb. y Blvd. Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador, C. A. e-mail: laboratorio@fusades.org.sv  
 Tel. (503) 2248-5681 Fax: (503) 2248-5669, sitio web: www.fusades.org.sv ó www.fusadeslab.org.sv

UN PROGRAMA DE LA FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL

## **A25. PRUEBAS PREVIAS A LA ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL**

Debido a que la cantidad de concentrado que la membrana retiene es mínimo, se utilizó el concentrado de proteínas y parte del permeado del proceso de UF, para elaborar la bebida funcional.

Para poder realizar la bebida a partir de la proteína y el permeado del suero dulce lácteo, se realizaron pruebas para llegar a obtener una receta que permita elaborar una bebida con un sabor, textura y aspecto agradable, para ello solo se utilizó suero lácteo.

Se elaboraron recetas diferentes, una consistía en utilizar cocoa en polvo para dar un sabor y color a chocolate, en otra se utilizó fruta natural y luego se probó con una esencia de frutas artificial. A continuación se desarrolla el procedimiento que se llevó a cabo para elaborar dichas bebidas, que nos permitieron seleccionar la mejor opción.

### **Receta 1: Bebida con sabor a chocolate**

#### **Ingredientes: (Para elaborar 1 litro)**

- 623.78 g de Agua purificada.
- 0.615 g de concentrado de proteínas.
- 351.216 g de permeado.
- 151.092 g de azúcar.
- 112.74 g Cocoa en polvo como saborizante y colorante.
- 1 g de Ácido cítrico (solo se utiliza la cantidad mínima necesaria).

#### **Procedimiento:**

1. Agregar el agua purificada al concentrado de proteína y el permeado de suero dulce lácteo, y mezclar hasta que se disuelva bien el concentrado.
2. Agregar la cocoa en polvo, moviendo constantemente, y luego agregar el azúcar, mover hasta que se disuelva.
3. Ajustar el pH de la bebida con ácido cítrico.
4. Por último se realiza el proceso de pasteurización artesanal. En la cual se llevó la mezcla anterior a un baño maría, hasta que se alcanzó una temperatura de 60 °C, luego se dejó por 10 minutos a esa temperatura, la bebida se colocó en un recipiente de pirex, para

luego pasarlo inmediatamente a enfriar a una temperatura de 7 °C, y almacenarlo en condiciones de refrigeración apropiadas.

Para determinar a que temperatura se tenía que pasteurizar la bebida y por cuanto tiempo, se utilizó de referencia el manual de Zavala (2,005), el cual nos presenta la siguiente tabla de información:

Tabla: Relación tiempo – temperatura para el proceso de pasteurización

TEMPERATURA	TIEMPO	TEMPERATURA	TIEMPO
°C	Minutos	°C	Segundos
54.4	60	68.3	30
55.5	60	71.1	20
56.6	40	76.6	20
57.7	30	82.2	20
58.9	20	93.3	20
60	10	100	10
61.1	10		
62.7	6		
65.5	2		

Fuente: Zavala (2,005)

#### Resultados:

Se probó la bebida luego de pasar aproximadamente una hora en refrigeración, el resultado no fue muy favorable ya que tenía un sabor insípido, aunque el color y la textura que presentaba eran aceptables.

Se realizó de nuevo ésta receta, pero se cambio las proporciones de suero lácteo y agua purificada, y la misma cantidad de los demás ingredientes. Sin embargo los resultados no fueron muy diferentes a la primera preparación de la bebida, el sabor era muy débil, no se sentía el sabor de la cocoa agradable, tenía un sabor un poco amargo.

## **Receta 2: Bebida con fresas naturales**

### **Ingredientes: (Para elaborar 1 litro)**

- 623.78 g de Agua purificada.
- 0.615 g de concentrado de proteínas.
- 351.216 g de permeado.
- 226.80 g de fresas peladas.
- 75.546 g de azúcar.
- 28.942 g de saborizante líquido de fresa.
- 1 g de Ácido cítrico (solo se utiliza la cantidad mínima necesaria).

### **Procedimiento:**

1. Agregar el agua purificada al concentrado de proteínas, y el permeado de suero dulce lácteo, y mezclar hasta que se disuelva el concentrado.
2. Aparte licuar las fresas, el azúcar, y el saborizante.
3. Agregar la mezcla de las fresas a la mezcla del agua y Suero lácteo, moviendo constantemente hasta que se disuelva.
4. Ajustar el ph de la bebida con ácido cítrico.
5. Colar si es necesario, por residuos de fresas.
6. Por último se realiza el proceso de pasteurización artesanal. En la cual se llevó la mezcla anterior a un baño maría, hasta que se alcanzó una temperatura de 60 °C, luego se dejó por 10 minutos a esa temperatura, la bebida se colocó en un recipiente de pirex, para luego pasarlo inmediatamente a enfriar a una temperatura de 7 °C, y almacenarlo en condiciones de refrigeración apropiadas.

### **Resultados:**

El sabor, el color y la textura que presenta la bebida elaborada con fresas es agradable, tiene un sabor similar a un licuado de fresas con leche descremada. Sin embargo no sería muy rentable para una empresa elaborar la bebida con fresas naturales por el tiempo de duración de la bebida, y el trabajo que se requiere.

Se realizó una tercera prueba, que consiste en sustituir las fresas naturales, por una jalea de fresas que tiene mayor durabilidad y no necesita refrigeración, es muy utilizada en pastelería y bebidas.

### **Receta 3: Bebida con sabor a fresa.**

#### **Ingredientes: (Para elaborar 1 litro)**

- 623.78 g de Agua purificada.
- 0.615 g de concentrado de proteínas.
- 351.216 g de permeado.
- 156.274 g de jalea de fresa.
- 56.37 g de azúcar.
- 1 g de Ácido cítrico (solo se utiliza la cantidad mínima necesaria).
- 0.1 g (Máximo) de Benzoato de sodio, como conservador.

#### **Procedimiento:**

1. Agregar el agua purificada al concentrado de proteínas, y el permeado de suero dulce lácteo, y mezclar hasta que se disuelva el concentrado.
2. Agregar la jalea de fresa.
3. Ajustar el ph de la bebida con ácido cítrico.
4. Agregar el benzoato de sodio como conservador.
5. Mezclar todos los ingredientes con una licuadora.
6. Colar si es necesario, por residuos de fresas que trae la jalea.
7. Por último se realiza el proceso de pasteurización artesanal. En la cual se llevó la mezcla anterior a un baño maría, hasta que se alcanzó una temperatura de 60 °C, luego se dejó por 10 minutos a esa temperatura, la bebida se colocó en un recipiente de pirex, para luego pasarlo inmediatamente a enfriar a una temperatura de 7 °C, y almacenarlo en condiciones de refrigeración apropiadas.

#### **Resultados:**

El sabor, el color y la textura que presenta la bebida elaborada con la jalea de fresas es similar al de fresas naturales, muy agradable. La ventaja de utilizar ésta jalea, es que se utiliza menos azúcar, y no se utiliza el saborizante, además de que tendrá una mayor durabilidad la bebida, a parte de la utilización de los preservantes adecuados.

**A26. HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE DATOS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL**

Hoja de registro				
Bebida con sabor a fresa, utilizando el concentrado de proteínas de suero lácteo dulce.			Fecha: 7-Nov 2,008	
Temperatura (°C): 13.5				
Ingredientes/ instrumentos	Peso (gr)	Operación	Peso (gr)	Consideraciones
Concentrado	0.615	Suero lácteo + agua	952.611	<u>Pasteurización</u>  En baño maría T (°C): 60 Tiempo(min.): 10
Agua purificada	600.78	Mezclado de todos los ingredientes	1,166.255	
Permeado	351.216	Bebida tamizada	1,149.805	
Azúcar	56.37	Residuos del tamizado	16.45	
Jalea de fresa	156.274	Después del Pasteurizado	1,126.75	<u>Refrigeración</u>  T (°C): 7 Tiempo(min.): 60
Ácido cítrico	1	Perdidas del Pasteurizado	23.055	
Beaker	620			
Taza medidora	95.194	Después de refrigeración	1,127.07	
Tamizador	15.712			

Fuente: Elaboración propia

## A27. TABULACION ENCUESTA PARA EVALUAR LA ACEPTACION DE LA BEBIDA FUNCIONAL

### Pregunta 1

Tabla 1 Evaluación de bebida funcional por encuestados

Características	Calificación		
	Excelente	Muy bueno	Regular
Sabor	22	6	2
Consistencia	21	8	1
Aroma	19	6	5
Color	19	7	4
Total	81	27	12

### Pregunta 2

Tabla 2 Calificación general de la bebida funcional

Respuesta	Cantidad
Excelente	20
Muy bueno	8
Regular	2
Total	30

### Pregunta 3

Tabla 2. Disposición de compra de bebida funcional

Respuesta	Cantidad
Si	28
No	2
Total	30



GEA Filtration

## Membrane Filtration

### Model U Membrane Filtration Pilot Plant

The Model U membrane filtration pilot plant is a flexible unit to perform pilot studies on the full range of membrane filtration technologies (MF, UF, NF and RO) under a wide range of operating conditions.

The pilot plant's standard configuration allows for testing with spiral polymeric membranes. It can also be equipped with other membrane configurations including ceramic and tubular.

The plant is specially designed for continuous or semi-automatic mode of operation to simulate a multi-stage production plant. The plant can also be run in batch mode, semi-batch mode, or feed and bleed mode.

The Model U membrane filtration pilot plant is skid mounted and will be delivered with all the components required for quick installation and easy operation, including an operating manual with data sheet templates.



#### Standard Features

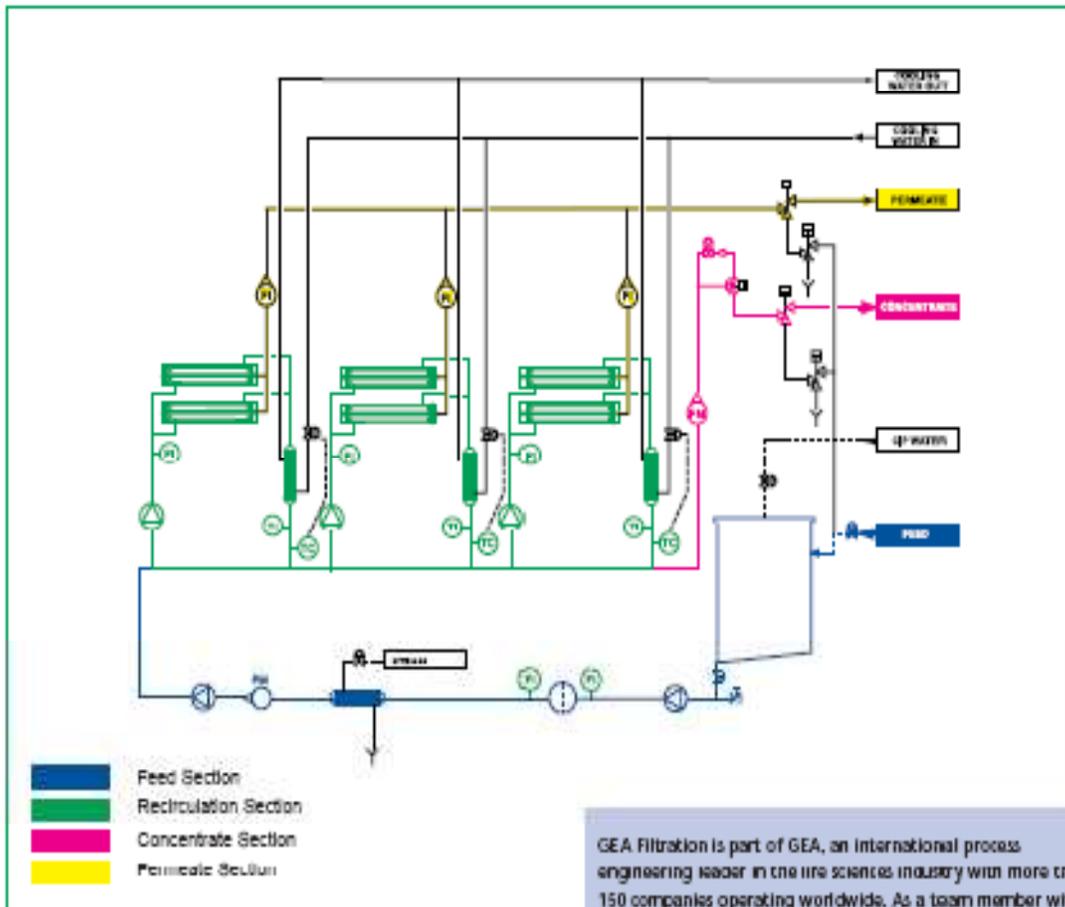
- Six, sanitary, spiral membrane housings
  - one membrane element per housing
  - 3.8" diameter, sanitary design elements
- 30 gallon tank
- Control loops
  - feed flow/pressure
  - temperature
  - tank level
  - concentrate ratio control
- Motor starters
  - variable frequency drive for feed pump
  - on/off starters for recirculation pumps
- Flow indicators
  - three, permeate rotameters
  - one, feed magmeter
  - one, concentrate magmeter
- Pressure and temperature gauges
- Four heat exchangers (1m<sup>2</sup>)
- Pressure relief valve
- 316L stainless steel construction
- Skid mounted

#### Operating Conditions

- Membrane Area
  - Spiral 4 to 56m<sup>2</sup>
- Permeate capacity
  - Spiral 20 - 200 gallons/hour
- Pressure up to 600 psig
- Temperature up to 200°F

#### Optional Items

- 1,000 psig capability
- Industrial, spiral membrane housings
- Tubular polymeric membrane housings
- Other membrane configurations
- Pretreatment equipment
  - screens and depth filters
  - chemical feed systems
- Diafiltration



### Utility Requirements

• Power	230/460 V, 3 phase, 60 Hz
• Electric Service	50 amps/460V
• Plant Air	80 psig, oil-free
• Line Size	3/8"
• Cooling Water	10 gpm, 60° F
• Steam	500 pph, 50 psi
• CIP Water	20-30 gpm
• Seal Water	2-5 gpm

GEA Filtration is part of GEA, an international process engineering leader in the fine sciences industry with more than 150 companies operating worldwide. As a team member with other technology leaders within the group, GEA Filtration is uniquely positioned to provide both customized membrane filtration plants as well as complete process lines specifically tailored to each customer's individual needs and requirements.

GEA Filtration is world renowned for its design of the most advanced cross-flow membrane filtration systems available, namely Reverse Osmosis (RO), Nanofiltration (NF), Ultrafiltration (UF) and Microfiltration (MF). We also offer a wide range of system configurations and membrane types to provide the customer with the most technically proficient and cost-effective solution for each application.

For more information on the capabilities of our pilot plants, consult our website at [www.geafiltration.com](http://www.geafiltration.com).



GEA Filtration • N.A. Inc. • 1600 O'Keefe Road • Hubert, Wisconsin 54016, USA • TEL 1 715 386 9371 • FAX 1 715 386 9376  
 EMAIL [info@geafiltration.com](mailto:info@geafiltration.com) • WEB [www.geafiltration.com](http://www.geafiltration.com)

GEA Filtration • GEA Liquid Processing Scandinavia A/S • Høsterkøvej 16 • DK-6500 Grønsted, Denmark  
 TEL 45 70 15 22 00 • FAX 45 70 15 22 44 • EMAIL [post@gea-liquid.dk](mailto:post@gea-liquid.dk) • WEB [www.gea-liquid.dk](http://www.gea-liquid.dk)

## A29. CARACTERISITICAS MAQUINARIA DE VIGUSA.

### 1. Unidad de Pasterización completa

- ✓ Especificaciones
  - Capacidad: 2,000 litros/hora
  - Garantía: 12 meses
  - Precio : **\$ 14, 800**
  
- ✓ Accesorios
  - Secciones: 2
  - Plate heat exchanger AISI 316 thickness 0,6 mm made by GEA Ecoflex
  - Gaskets in EPDM
  - Pasteurization temperature control
  - Differential pressure control and alarm recorder (CEE 46/92)
  
- ✓ Caracteristicas del producto
  - In: + 4/25°C
  - Pasteurization: + 72°C
  - Regeneration: 50%
  - Out: + 36°C
  
- ✓ Suministros:
  - Open balance tank stainless steel
  - Pasteurizer feed pump
  - Water recirculation pump
  - Hot water group
  - Holding time in tube (20")
  - Mixing valve
  - Cast iron control valve on steam side to regulate pasteurization temperature
  - Thermometer stainless steel

- Stainless steel sampling cock
- Regulator/recorder 1 pen with temperature sensor PT 100
- Stainless steel skid
- Stainless steel control panel
- Electropneumatic valve milk diverting
- Counterpressure valve

## **2. Tanque Mezclador**

### ✓ ESPECIFICACIONES

- Precio: \$11,000.
- Capacidad: 2.400 litres.
- Ø : 1,80m
- Altura : 2,20m
- Tanque doble camisa

## A30. HOJA TÉCNICA MAQUINA ENJUAGADORA, LLENADORA Y TAPONADORA DE BOTELLA PET



### Datos Técnicos

- Enjugadora de Botella PET Modelo GWTG-12J
- Llenadora de Botella PET Modelo GWTGCP-12
- Taponadora de Botella PET Modelo GWTGZ-1

### Descripción Unidades

- La línea de producción está compuesta principalmente por Máquina enjugadora automático para botella plástica, Llenadora de líquido de serie y Máquina Taponadora. Todas las máquinas mencionadas arriba pueden trabajar separadamente.
- Capacidad de línea de producción: 1500-2500 botellas/ hora (depende del líquido y tamaño del envase)
- Tapas: Tapas plásticas y tapas de seguridad
- La línea de producción está equipada con los instrumentos importados, que tiene sistema delicado de control con las cualidades de condición estable y operación fácil.
- Cada máquina en la línea adopta los motores, que ajustan la velocidad para satisfacer las demandas diferentes.
- Las botellas se enjuagan en la primera maquina y se llevan a la máquina llenadora. La bomba de la máquina llenadora tiene las cualidades de exactitud alta y regulación fácil. La maquina taponadora coloca la tapa en boca de la botella y realiza el cierre de esta.

Todas las partes en contacto con las botellas y líquido hechas de acero inoxidable 304 y otro material permitido por FDA, satisfacen el Standard de GMP.

- Todos los componentes y motores en la línea de producción han satisfecho Standards internacionales y se han examinado estrictamente antes de la entrada de almacén. La línea de producción tiene aspecto simple y estructura concisa, y fácil para instalación y desmontaje.

### **Enjuagadora de Botella PET Modelo GWTG-12J**

La enjuagadora rotatoria de la serie de GWTG-12J adopta tecnología mas avanzada del extranjero. El equipo se utiliza principalmente para limpiar las botellas plásticas de agua mineral y agua purificada. Se adapta perfectamente el equipo en la cadena de producción de la industria de las bebidas

La GWTG-12J es una enjuagadora de tipo rotativo desarrollada para satisfacer requisitos de embotellado comercial muy diversos.

La gama de 3 modelos para diferentes capacidades diferentes supone que estas máquinas pueden manejar botellas de PET de diferentes tamaños. Resultado de la experiencia en aplicaciones de diversos sectores (agua mineral, refrescos y cerveza),



## Datos Técnicos

- Modelos: GWTG-12J,GWTG-18J,GWTG-24J disponibles;
- Cabezas de lavado: GWTG-12J(12 cabezas), GWTG-18J(18 cabezas), GWTG-24J(24 cabezas);
- Capacidad de Producción: GWTG-12J(2,000-2500b/h), GWTG-18J(3000-6000b/h), GWTG-24J(5000-8000b/h);
- Diámetros de botella aceptados:  $\varnothing=50-90\text{mm}$ , Altura= 170-320mm, Volumen=330—2,000ml;
- Consumo de Energía (kW):0.75+0.45, 1.1+0.45, 1.5+0.45.
- Tamaño (LxWxH): (1200x1200x1680mm,800Kg),(1400x1280x1680mm,1100Kg), (1800x1900x1680mm,1500Kg).

## Descripción

- Una enjuagadora de botellas es un sistema electromecánico rotativo variable para el enjuague de envases de plástico. Para que las botellas no retornables ingresen en perfecto estado a las llenadoras deben ser sometidas a un proceso de limpieza intensivo. Las partes principales de una enjuagadora de botellas son:
- Entrada Envase: Las botellas son conducidas al equipo por medio de un transportador neumático que las sujeta y guía por su cuello. Pasando directamente a la estrella de entrada sin necesidad de tornillos sin fin. Esta estrella conduce las botellas exactamente a las pinzas.
- Sujeción Envase: Equipada con un sistema transportador o pinzas con agarradores de material flexible que sujeta firmemente los envases por el cuello durante el enjuague sin aplastarlos o quebrarlos. Evita que ocurra desalineamiento o caída de botellas durante el enjuague o descarga, aún a altas velocidades.
- Enjuague: Por medio de válvulas de mando mecánico de un canal las botellas son rociadas con agua purificada en la enjuagadora para eliminar posibles partículas en su interior.
- Salida Envase: Con la continua rotación de la máquina y después del proceso de enjuague, llegan las botellas a la parte de salida donde descienden y son recogidas por la estrella de salida la cual conduce las botellas hacia la llenadora.

- La enjuagadora de botellas GWTG-12J cuenta con un funcionamiento continuo y totalmente automático con velocidad regulable adecuado al tipo y forma de la botella, además controles de velocidad variable que sincronizan la enjuagadora y llenadora para proporcionar constante alimentación de botellas a la llenadora, obteniendo una máxima eficiencia.

**Ventajas:**

- Enjuaga con elevada presión de agua y bajo consumo.
- Eleva la eficiencia del lavado.
- Su mecanismo es simple y flexible.
- Limpieza de las botellas giradas quedando con la boca apuntando hacia abajo mediante toberas rociadoras mandadas o fijas (solo enjuagadora de un canal)

## Llenadora de Botella PET Modelo GWTGCP-12

La llenadora rotatoria de la serie de GWTGCP-12 adopta tecnología mas avanzada del extranjero. El equipo se utiliza principalmente para llenar las botellas plásticas de agua mineral y agua purificada. Se adapta perfectamente el equipo en la cadena de producción de la industria de las bebidas



### Datos Técnicos

- Modelos: GWTGCP-12, GWTGCP-18, GWTGCP-24 disponibles;
- Cabezas de llenado: GWTGCP-12J(12 cabezas), GWTGCP-18(18 cabezas), GWTGCP-24(24 cabezas);
- Capacidad de Producción: GWTG-12J(2,000-2500b/h), GWTG-18J(3000-6000b/h), GWTG-24J(5000-8000b/h);
- Diámetros de botella aceptados:  $\varnothing=50-90\text{mm}$ , Altura= 170-320mm, Volumen=330—2,000ml;
- Tamaño: 1000×800×2,000mm.

### Descripción

- El llenado y el taponado son unas de las tareas centrales durante el proceso de producción de bebidas y de alimentos. Solo cuando los diversos pasos del llenado y del taponado de los envases se desarrollan de forma adaptada al respectivo producto y en el más alto nivel tecnológico, es posible producir un óptimo producto para el consumidor. Consideramos

nuestra obligación ofrecer la técnica de llenado adecuada creando unas condiciones previas óptimas para este proceso.

- Este sencillo llenador de botellas descartables, permite incursionar en el segmento con una mínima inversión. Posee un soporte universal que admite cualquier botella con tapa roscada
- Estas llenadoras de tipo gravitatorio están diseñadas para el llenado de productos sin gas en botellas de PET de acuerdo con criterios de gran solidez y simplicidad. Se encuentran adecuadamente equipadas para garantizar la facilidad de uso.

### **Taponadora de Botella PET Modelo GWTGZ-1**

El equipo es para taponado automático de varios tamaños de botellas con tapas plásticas. Es perfecta en desempeño, rápida en operación y de fácil mantenimiento. Se utiliza extensamente en las líneas de empaque automáticas para varias clases de vino, alimentos, bebidas y medicinas.



#### **Datos Técnicos**

- Capacidad de Producción:2,000b/h;
- Numero de cabezas de Taponado: 1;
- Tipo de Botella (mm):  $\varnothing$ =56-100mm,Altura=160-320mm;
- Diámetro de la corona de la botella:  $\varnothing$ 27.5;
- Energía:0.75kW;
- Apariencia (mm) y Peso Neto: 940x700x2130mm, 500Kg

#### **Descripción**

- El enroscador semiautomático GWTGZ-1, consta de un cabezal de enroscado, para trabajo pesado, de operación neumática, con o sin lubricación, montado en un actuador el cual cuenta con un sistema de trampas para captar el envase con la tapa presentada y enroscar esta con el torque adecuado.
- Taponadora Automática para Tapa Roscada

**Características:**

- Banda transportadora en acero inoxidable
- Cabezal superior con ajuste de altura
- Mecanismo para alimentar, separar y centrar botellas (una presentación)
- Mecanismo con motor para poner tapa roscada en botella
- Tablero de control Guarda de protección en todos sus componentes

## **CONDICIONES GENERALES:**

- Considerar más el 15% de IVA en todos los precios.
- Tiempo de entrega de 6 a 8 semanas laborables en la ciudad de México.
- Condiciones de pago: 60% al confirmar el pedido, 40% contra embarque del equipo.  
Los precios no incluyen instalación y capacitación para el operador, la cual tiene un costo de 1,500.00 pesos mexicanos en la republica Mexicana y 150.00 USD en el resto del mundo  
Un año de garantía.
- La transportación y los viáticos corren por cuenta del cliente (los viáticos son para dos técnicos instaladores, tres comidas al día, hospedaje de hotel, transportación de ida y vuelta a la ciudad de México, así como todos los transporte utilizados por los técnicos)
- Precios sujetos a cambio sin previo aviso.

### ***Global Water Technologies Group S.R.L. de C.V.***

*Calle Emilio P. Campa Mz. 155 LT. 26 y 27 No. Oficial 135.*

*Colonia. Santa Martha Acatitla Norte. Del. Iztapalapa*

*México D.F. C.P. 09140*

*TEL.(52).(55).31.83.31.42 / 31.83.31.43 / 15.52.75.82*

*Email: [gwaterg@gmail.com](mailto:gwaterg@gmail.com)*

### ***Sucursal Zona Occidente***

*Global Water Technologies Group S.R.L. de C.V.*

*Calle Silverio García No. 1441.*

*Colonia. Quinta Velarde. Entre Río Rihn y Río Nilo.*

*Guadalajara Centro, Jalisco. C.P. 44430*

*TEL.(52).(33).36.19.09.16 / 14.04.02.40 / 14.04.02.41*

*email: [gwaterg@gmail.com](mailto:gwaterg@gmail.com)*

*Web oficial <http://www.ciberteca.net/>*

### A31. DEPRECIACIÓN DE LA MAQUINARIA

Para depreciar la Maquinaria se realizará para un periodo de 5 años ya que según la Ley de Impuestos Sobre la Renta en el Art.30, Numeral 3, específica que el porcentaje máximo permitido para depreciar una maquinaria es de un 20% lo que corresponde a 5años. El método utilizado es el de Línea Recta.

<b>Planta piloto modelo U</b>			
Valor del activo	\$150,000.00		
Vida útil (Años)	5		
<b>Año</b>	<b>Cuota depreciación</b>	<b>Depreciación acumulada</b>	<b>Valor neto en libros</b>
1	30,000.00	30,000.00	\$120,000.00
2	30,000.00	60,000.00	\$90,000.00
3	30,000.00	90,000.00	\$60,000.00
4	30,000.00	120,000.00	\$30,000.00
5	30,000.00	150,000.00	\$0.00

<b>Separador de finos -Centrifugadora</b>			
Valor del activo	\$17,000.00		
Vida útil (Años)	5		
<b>Año</b>	<b>Cuota depreciación</b>	<b>Depreciación acumulada</b>	<b>Valor neto en libros</b>
1	3,400.00	3,400.00	\$13,600.00
2	3,400.00	6,800.00	\$10,200.00
3	3,400.00	10,200.00	\$6,800.00
4	3,400.00	13,600.00	\$3,400.00
5	3,400.00	17,000.00	\$0.00

<b>Tanque de almacenamiento de permeado</b>			
Valor del activo	\$5,500.00		
Vida útil (Años)	5		
<b>Año</b>	<b>Cuota depreciación</b>	<b>Depreciación acumulada</b>	<b>Valor neto en libros</b>
1	1,100.00	1,100.00	\$4,400.00
2	1,100.00	2,200.00	\$3,300.00
3	1,100.00	3,300.00	\$2,200.00
4	1,100.00	4,400.00	\$1,100.00
5	1,100.00	5,500.00	\$0.00

<b>Tanque de enfriamiento de concentrado</b>			
Valor del activo	\$4,000.00		
Vida útil (Años)	5		
<b>Año</b>	<b>Cuota depreciación</b>	<b>Depreciación acumulada</b>	<b>Valor neto en libros</b>
1	800.00	800.00	\$3,200.00
2	800.00	1,600.00	\$2,400.00
3	800.00	2,400.00	\$1,600.00
4	800.00	3,200.00	\$800.00
5	800.00	4,000.00	\$0.00

<b>Tanque de almacenamiento de concentrado</b>			
Valor del activo	\$4,500.00		
Vida útil (Años)	5		
<b>Año</b>	<b>Cuota depreciación</b>	<b>Depreciación acumulada</b>	<b>Valor neto en libros</b>
1	900.00	900.00	\$3,600.00
2	900.00	1,800.00	\$2,700.00
3	900.00	2,700.00	\$1,800.00
4	900.00	3,600.00	\$900.00
5	900.00	4,500.00	\$0.00

<b>Pasteurizador</b>			
Valor del activo	\$14,800.00		
Vida útil (Años)	5		
<b>Año</b>	<b>Cuota depreciación</b>	<b>Depreciación acumulada</b>	<b>Valor neto en libros</b>
1	2,960.00	2,960.00	\$11,840.00
2	2,960.00	5,920.00	\$8,880.00
3	2,960.00	8,880.00	\$5,920.00
4	2,960.00	11,840.00	\$2,960.00
5	2,960.00	14,800.00	\$0.00

<b>Tanque Mezclador</b>			
Valor del activo	\$7,000.00		
Vida útil (Años)	5		
<b>Año</b>	<b>Cuota depreciación</b>	<b>Depreciación acumulada</b>	<b>Valor neto en libros</b>
1	1,400.00	1,400.00	\$5,600.00
2	1,400.00	2,800.00	\$4,200.00
3	1,400.00	4,200.00	\$2,800.00
4	1,400.00	5,600.00	\$1,400.00
5	1,400.00	7,000.00	\$0.00

<b>Maquina enjuagadora, llenadora y taponadora de botella PET</b>			
Valor del activo	\$24,000.00		
Vida útil (Años)	5		
<b>Año</b>	<b>Cuota depreciación</b>	<b>Depreciación acumulada</b>	<b>Valor neto en libros</b>
1	4,800.00	4,800.00	\$19,200.00
2	4,800.00	9,600.00	\$14,400.00
3	4,800.00	14,400.00	\$9,600.00
4	4,800.00	19,200.00	\$4,800.00
5	4,800.00	24,000.00	\$0.00

Al sumar las depreciaciones anuales de cada maquinaria tenemos como resultado una depreciación total de \$45,360 al año.

## A32. BITÁCORA DE CÁLCULOS DE TOMA DE DECISIONES

### S1. Sección 1: Costos de energía consumida por el equipo maquina enjuagadora, llenadora y taponadora de botella PET

Energía consumida por la línea de producción:

- ✓ Enjugadora de Botella PET Modelo GWTG-12J consume 1.2KW de energía
- ✓ Llenadora de Botella PET Modelo GWTGCP-12 consume 1.55KW de energía
- ✓ Taponadora de Botella PET Modelo GWTGZ-1 consume 0.75KW de energía

En total la línea de producción consume 3.5KW de energía.

Horas trabajadas diarias: 4 horas

Multiplicando la energía consumida entre las horas de operación se obtiene los kWh de la línea de producción

$$\text{consumo de energia} = 3.5\text{kw} \times 4\text{h} = 14\text{KWh}$$

De acuerdo a la SIGET la tarifa industrial media en El Salvador de 0,103 US\$ por kWh.

Conociendo este valor y multiplicándolo por los kWh se puede determinar el costo de energía para la línea de producción.

Semanas laborales: 52 semanas al año, Días laborares: 6 días a la semana

Obteniendo la cantidad de horas que trabaja la maquinaria al año.

$$\text{Horas anuales de funcionamiento} = 4 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} \times 6 \frac{\text{dias}}{\text{semana}} \times 52 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} = 1,092 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Obteniendo los costos de energía anuales de la línea de producción, multiplicando las horas de funcionamiento anual por los kWh para obtener la cantidad de energía consumida anualmente, este dato se multiplica por el costo del kWh en El salvador se obtiene:

$$\text{Costo de energia (anual)} = 1,092 \frac{\text{horas}}{\text{año}} \times 14\text{KWh} \times \frac{\text{US\$ } 0.103}{\text{KWh}} = \text{US\$ } 1,574.66$$

## S2. Sección 2: Costos incurridos por compra de PET

Datos partida

- Precio de botella PET de 500ml con tapa en El Salvador es de US\$0.0811.
- Capacidad de almacenamiento de botella 0.5165 Kg

Conociendo esto se puede usar la siguiente relación para obtener la cantidad de bebidas diarias

$$\text{Botellas diarias necesarias} = \frac{\text{Cantidad de Producto diario}}{\text{Cantidad de producto en una PET}}$$

Sustituyendo en la ecuación los datos se obtiene

$$\text{Botellas diarias necesarias} = \frac{4,556.94\text{kg}}{0.5165\text{kg}} = 8,822.7 \text{ botellas}$$

Posteriormente se obtiene los costos diarios que incurre la compra de PET

$$\text{Costo diario de compra de PET} = 8,823 \text{ botella} \times \frac{\text{US } \$0.0811}{\text{botella}} = \text{US } \$715.52$$

Para obtener el costo anual se multiplica el costo diario por los 6 días a la semana que trabaja una empresa láctea y luego por las 52 semanas laborales al año.

$$\text{Costo anual de compra de PET} = \text{US } \$715.52 \times \frac{6 \text{ dias}}{\text{semana}} \times \frac{52 \text{ semanas}}{\text{año}} = \text{US } \$ 223,243.50$$

### S3. Sección 3: Ingreso por ventas de bebida funcional

Datos partida:

- 100% de la producción sea distribuida sin ningún atraso
- Cantidad diaria de producto en botella: 8.823 unidades
- Días laborales: 6 días laborales
- Semanas laborales al año 52 semanas

Obteniendo la cantidad de producto en botella al año.

$$\text{Producto anual en botella} = 8,823 \text{ unidades} \times \frac{6 \text{ dias}}{\text{semana}} \times \frac{52 \text{ semanas}}{\text{año}} = 2,752,776 \text{ unidades}$$

Se procede a obtener los ingresos por venta de producto.

$$\text{Ingreso por venta de producto} = 2,752,776 \text{ Unidades} \times \text{US\$}0.35 = \text{US\$}963,471.60$$

#### S4. Sección 4: flujo de efectivo

RUBRO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos Proyectados		\$963,471.60	\$1046,330.16	\$1046,330.16	\$1046,330.16	\$1046,330.16
Costos de operación		(\$775,398.80)	(\$808,740.95)	(\$808,740.95)	(\$808,740.95)	(\$808,740.95)
Utilidad de Operación		\$188,072.80	\$237,589.21	\$237,589.21	\$237,589.21	\$237,589.21
Depreciación/Amortización		(\$45,360.00)	(\$45,360.00)	(\$45,360.00)	(\$45,360.00)	(\$45,360.00)
Utilidad Antes de Impuestos		\$142,712.80	\$192,229.21	\$192,229.21	\$192,229.21	\$192,229.21
Impuesto Sobre la Renta		(\$35,678.20)	(\$48,057.30)	(\$48,057.30)	(\$48,057.30)	(\$48,057.30)
Utilidad Después de Impuestos		\$107,034.60	\$144,171.91	\$144,171.91	\$144,171.91	\$144,171.91
Depreciación/Amortización		\$45,360.00	\$45,360.00	\$45,360.00	\$45,360.00	\$45,360.00
Inversión	\$226,800.00					
Flujo de Fondos	\$226,800.00	\$152,394.60	\$189,531.91	\$189,531.91	\$189,531.91	\$189,531.91

El flujo muestra un incremento en la utilidad operativa debido a la inflación (4.3%) lo que hace que los costos operativos aumenten y por ende los precios de venta lo que conlleva a mayores ingresos anuales.

**S5. Sección 5: Cantidad de proteína recuperada del concentrado de suero dulce lácteo en el proceso de ultrafiltración.**

Datos partida

- Cantidad de proteína del 0.73 g/100g en el suero lácteo de acuerdo a los análisis físico- químicos
- Cantidad de suero lácteo generado: ocho metros cúbicos de suero dulce lácteo generado
- 99.96% de retención por parte del sistema.

Obteniendo la cantidad en Kg el suero lácteo en la muestra.

$$1\text{lt} \times 1.025 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} = 1.025\text{kg de solidos de suero lacteo}$$

Obteniendo la cantidad de proteína en una muestra de un litro

$$1,025\text{g} \times \frac{0.729\text{g}}{100\text{g}} = 7.48 \text{ gramos de proteina en una muestra de un litro}$$

Cantidad de proteína diaria, si se alimenta el sistema con ocho metros cúbicos

$$8,000\text{lt} \times \frac{7.48\text{gr}}{\text{lt de suero}} = 59,860 \text{ gramos} = 59.860\text{kg de proteina}$$

Para obtener la cantidad anual de proteína, se multiplica la cantidad diaria por los 6 días que trabaja una empresa láctea, y finalmente por las 56 semanas laborales al año.

$$\frac{59.860\text{kg}}{\text{dia}} \times \frac{6 \text{ dias}}{\text{semana}} \times \frac{52 \text{ semanas}}{\text{año}} = 18,676.32\text{kg} = \frac{18.67\text{TM de proteina}}{\text{año}}$$

Considerando que 1Kg de proteína de suero lácteo es equivalente a 1.36Kg de DQO, se obtiene la cantidad de DQO reducido por la proteína utilizada anualmente. Resultando que por el uso de proteína se reduce aproximadamente 25.39 TM de proteína.

$$\text{DQO reducido} = \frac{18,676.32\text{kg de proteina} \times 1.36\text{kg de DQO}}{1\text{kg de proteina}} = 25,399.79\text{kg DQO}$$

## S6. Sección 6: Cantidad de DQO reducido por utilización del concentrado de suero dulce lácteo

Dato partida:

- Un litro de suero lácteo dulce equivale a una DQO de aproximadamente de 55,200mg/lit (0.0552Kg/lit). Tomado de lo mencionado por Recinos y Saz (2,005)
- Un litro de suero lácteo es igual 1.025Kg del mismo.

Se procede a obtener la cantidad de DBO en 8,000 litros de suero lácteo.

Como primer paso es obtener la cantidad de suero dulce lácteo utilizado de los 8,000 litros de este para ello se retoma que el 17% es el porcentaje de participación del concentrado, esto en base al balance del proceso de ultrafiltrado mostrado en la figura 7.32

$$8,000\text{lt de suero lácteo} \times 17\% = 1,360\text{lt de suero lácteo concentrado}$$

Conociendo este valor se procede a obtener la cantidad de reducción diaria de DQO por el uso del concentrado de suero lácteo.

$$DQO \text{ diario reducido} = 1,360\text{lt de suero lácteo} \times 0.0552 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} \text{ de DQO} = 75.072\text{Kg de DQO}$$

Anualmente la reducción haciende asciende hasta los 23,422.464Kg de DQO

### **S7. Sección 7: Cantidad de DBO<sub>5</sub> reducido por utilización del concentrado de suero dulce lácteo**

Nota: Para obtener la demanda biológica de oxígeno se procedió de la misma manera que el proceso de reducción de DQO

Dato partida

- Un litro de suero lácteo equivale a un DBO<sub>5</sub> aproximadamente de 34,500 mg/lit (0.0345 Kg/lit). Tomado de lo mencionado por Recinos y Saz (2,005)

$$DBO_5 \text{ diario reducido} = 1,360 \text{ lt de suero lácteo} \times 0.0345 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} \text{ de } DBO_5 = 46.92 \text{ Kg de } DBO_5$$

Anualmente la reducción de esta carga contaminante asciende hasta los 14, 639.04 Kg de DBO<sub>5</sub>

### **A33. SELECCIÓN DE ENVASE**

Para poder conocer la maquinaria que se necesita para producir la bebida a partir de proteínas de suero dulce lácteo, es necesario saber en qué tipo de envase se comercializará.

Según PASTIVIDA (2,007), Las bebidas carbonatadas (con y sin alcohol), no carbonatadas y el agua mineral pueden ser envasadas tanto en envases retornables como desechables. A nivel internacional, tanto el Plástico como el vidrio son materiales aptos para ambas opciones de envasado.

#### **Ventajas del PET en envases de bebidas:**

1. Versatilidad: el PET es un material amorfo, cristizable y fácil de procesar
2. Económico: En El Salvador de acuerdo al distribuidor TOTALPET el precio por botella PET de ½ lt. es de US \$ 0.0721 y el tapón de US \$0.009, haciendo un total de US\$0.0811 por conjunto.
3. Altísima claridad y excelente brillo
4. No extrae ni transfiere sabores a la bebida envasada
5. Muy buenas propiedades de barrera
6. Gran resistencia química
7. Esterilizable
8. Reciclable
9. Irrrompible (si se cae al piso no estalla en mil pedazos)
10. Liviano:
  - a. Se trata de utilizar cada vez menos materia prima en la fabricación del envase de PET (esto se llama reducción en la fuente) y de esta manera el envase de PET protege al medio ambiente utilizando menos recursos y menos energía para su fabricación y por lo tanto generando menos residuos.
  - b. Debido a su alta relación fortaleza/peso (es decir que se necesita poco PET para envasar y soportar el peso de varios litros de bebida), el PET crea menos residuos sólidos por unidad de contenidos que el vidrio o el aluminio. Manipulación fácil y segura.
  - c. Transporte fácil y seguro tanto para distribuidores como para consumidores.

- d. Para iguales litros de bebidas, el envasado en PET puede transportarse en menos cantidad de camiones ya que cada camión puede llevar más botellas y por lo tanto gasta menos combustible que si se envasa en vidrio.

11. Desechable:

- a. El consumidor no tiene que llevar al supermercado las botellas vacías
- b. Es compactable
- c. Es reciclable
- d. Si se dispone en un relleno sanitario ocupa un mínimo espacio y por ser químicamente inerte no contamina las napas subterráneas.

Todas estas ventajas no sólo hacen a un mejor envase sino que además contribuyen a un desarrollo sustentable más eficiente. Es por eso que se recomienda utilizar el envase PET para la bebida a partir de proteínas de suero dulce lácteo.