

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA



**CARACTERIZACIÓN DEL SUERO LACTEO Y DIAGNOSTICO DE
ALTERNATIVAS DE SUS USOS POTENCIALES EN EL SALVADOR**

PRESENTADO POR:

LISSETTE ARACELY RECINOS RIVAS
OSCAR ALEJANDRO SAZ GUERRERO

PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 2006

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA :

DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL :

LICDA. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIO :

ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

DIRECTOR :

ING. FERNANDO TEODORO RAMÍREZ ZELAYA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:
INGENIERO QUIMICO

Título :

**CARACTERIZACIÓN DEL SUERO LACTEO Y DIAGNOSTICO
DE ALTERNATIVAS DE SUS USOS POTENCIALES EN EL
SALVADOR**

Presentado por :

LISSETTE ARACELY RECINOS RIVAS
OSCAR ALEJANDRO SAZ GUERRERO

Trabajo de Graduación aprobado por :

Docentes Directores :

M.Sc. Delmy del Carmen Rico Peña
Licda. Xochil María Godoy de Villatoro

San Salvador, Abril de 2006

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores :

M.Sc. Delmy del Carmen Rico Peña

Licda. Xochil María Godoy de Villatoro

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos muy especiales a todas aquellas personas que formaron parte del desarrollo de esta investigación:

A Ingra. Delmy del Carmen Rico Peña: por la orientación que nos dio a lo largo de la investigación y por todo el apoyo que nos brindó.

A Licda. Xochil de Villatoro: Por su orientación y apoyo en el transcurso y desarrollo de nuestro trabajo de investigación.

Al Centro Nacional de Producción Más Limpia: Por darnos el apoyo y material bibliográfico para desarrollar un tema relacionado directamente con la aplicación de técnicas de producción más limpias.

A la Escuela de Ingeniería Química: Por el apoyo brindado para que esta investigación fuese aprobada y desarrollada.

Lissette Aracely Recinos Rivas
Oscar Alejandro Saz Guerrero

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso que con su sabiduría me lleno de paciencia y fortaleza para salir adelante en esta carrera.

A mi Madre, quien no permitió que me cambiara de carrera y me apoyo siempre dándome valor para continuar mis estudios y comprendiéndome en todo momento.

A mi Padre, a quien le agradezco el apoyo dado en toda mi carrera y dejar que estudiara lo que mi corazón me dicto.

A mi SISMIS (Mario) quien ha estado conmigo dándome su amor y comprensión y ha soportado mi mal genio..... y quien ha sido como mi pilar en todo momento....Te quiero simisis

A mis hermanas : a Katya por ser la más afectada en aquellos desvelos..... y a la Bea (mi mamacha), por escucharme siempre y hacerme reír en aquellos momentos en los que no hay tiempo para reír mas que para estudiaraunque nunca entendían de que les hablaba.....jaja

A la Conchita que siempre me tenía mi comidita lista para que no me desvelara con el estomago vacío.....

A mis Amigotes Julio y Manolo como dejarlos atrás!!! , si han estado conmigo desde que entre a la U y son y serán siempre Mis Amigotes!! Y a un Amigote especial que se me fue con diosito antes de tiempo..... a ti Jorgito.

A mis amigos y compañeros que compartieron conmigo siempre alegrías y tristezas en los momentos mas bonitos de la Universidad: Besy, Anita, Mónica, Jennifer, Edwin, Rene (Chucho), Kevin, Willson, Cristo, More, Manuel (Enano), Aurely.

Lissette Aracely Recinos Rivas

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María por darme la claridad y sabiduría para continuar y finalizar este proyecto.

A mi familia y a Ana Miriam Rivas Chavez por darme amor, comprensión, apoyo, ánimo y alegría a través de toda la carrera de ingeniería y por continuar haciéndolo en todas las etapas de mi vida.

“Los que dicen que es imposible no deberían molestar a los que lo están haciendo”

Albert Einstein

Oscar Alejandro Saz Guerrero

RESUMEN

Se evalúan alternativas para desarrollar productos a partir de suero lácteo, el cual constituye un desecho residual proveniente de la producción de queso, que actualmente es descargado al medio ambiente. Dentro del estudio se evalúan aspectos económicos del sector lácteo como lo son: la situación actual de la industria láctea en El Salvador, su importancia dentro del Producto Interno Bruto (PIB), la política comercial regional, entre otros. Así también se describen los diferentes tipos de suero lácteo generado en el país, los componentes del suero lácteo, los análisis requeridos para determinar la calidad del mismo.

El estudio se enfoca en el sector industrial debido a los altos volúmenes de descarga del suero lácteo, bajo esta base se desarrolla la metodología a seguir, el instrumento de medición y la población que se abarcará dentro del mismo estudio. Se describe en el diagnóstico realizado en el sector lácteo aspectos importantes que constituyen un indicador para su posible desarrollo tecnológico, entre los cuales están: la cantidad de suero lácteo descargado, para el año 2001, al medio ambiente sin un previo tratamiento el cual alcanza un volumen de aproximadamente 128,544,000 Litros anuales de los cuales 32,136,000 de litros de suero son generados en el sector industrial; y cuyo porcentaje de proteína contenida es de 0.224, la cual se observa en los análisis realizados a la muestra de suero lácteo, con un estimado de 71 Ton de proteína no recuperada al año en el sector industrial.

Conociendo las propiedades del suero lácteo generado se presentan alternativas de su uso potencial en el desarrollo de nuevos productos alimenticios como lo son: elaboración de un concentrado proteico, elaboración de Yogurt y de una bebida hidratante; presentando los costos de inversión y operación del equipo necesario para su reutilización. Dentro de estas alternativas se presenta cotizaciones de los equipos requeridos para el desarrollo de cada uno de los procesos, los cuales son adaptados al proceso de producción que actualmente tiene la empresa en estudio; así mismo se presenta el diagrama de flujo correspondiente a cada uno de los procesos y las ventajas de cada una.

INDICE GENERAL

Capitulo	Página
<i>1.0 SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA LÁCTEA EN EL SALVADOR</i> _____	<i>1</i>
1.1 El Salvador en el Mercado de Importaciones y Exportaciones de Productos Lácteos __	2
1.2 Política Comercial de lácteos en Centroamérica _____	8
1.3 Industria láctea Salvadoreña y su incidencia en el PIB _____	10
<i>1.3.1 Producción de leche en El Salvador.</i> _____	<i>10</i>
1.4 Definición y Rol de los productores tecnificados y no tecnificados. _____	11
1.5 Problema Ambiental de la Industria Láctea. _____	12
<i>2.0 GENERALIDADES DEL SUERO LACTEO (Van der Schans, 2002)</i> _____	<i>15</i>
2.1 Tipos de suero lácteo. _____	15
2.2 Componentes del suero lácteo _____	17
2.3 Concentrados de proteína _____	20
2.4 Procesos productivos que generan el suero lácteo. _____	22
2.4.1 Descripción de las Etapas del Proceso de Producción de queso. _____	23
<i>3.0 TECNOLOGIA PARA EL PROCESAMIENTO DEL SUERO LACTEO</i> _____	<i>30</i>
3.1 Nuevos productos a partir de Suero Lácteo (Hanno-R Lehmann, 2003) _____	30
3.2 Técnicas de separación y reutilización de suero lácteo. _____	31
3.2.1 Desmineralización del suero _____	32
3.2.2 Intercambio Iónico _____	32
3.2.3 Electrodiálisis (membrana bipolar) _____	35
3.2.4 Filtración del suero por membrana _____	38
<i>4.0 METODOLOGIA PARA LA REALIZACION DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL USO DEL SUERO LACTEO</i> _____	<i>50</i>
4.1 Definición de parámetros _____	50

4.2	Metodología de Trabajo	52
4.2.1	Definición del tamaño de la muestra	52
4.2.2	Recolección de información	52
4.3	Aplicación de Criterios para la selección de la muestra	53
4.4	Resultados del estudio	57
4.5	Análisis de Resultados	73
4.6	Análisis Físico – Químicos a realizar en el muestreo	74
4.7	Proceso de Toma de Muestra	74
4.8	Interpretación de los análisis químicos	75
5.0	<i>PROPUESTA DE PRODUCTOS A ELABORAR A PARTIR DE SUERO LACTEO</i>	77
5.1	Evaluación de Costos de Operación y Costos de Inversión para la extracción de proteína de suero WPC34 para la elaboración de productos alimenticios.	77
5.1.1	Tamaño del Proceso	77
5.1.2	Definición del Producto a obtener	78
5.1.3	Materias Primas	79
5.1.4	Descripción del proceso de elaboración	79
5.1.5	Descripción del equipo a utilizar	80
5.1.6	Determinación de Costos de Maquinaria	83
5.1.7	Características del Producto a Obtener	84
5.2	Evaluación de Costos de Operación y Costos de Inversión para la elaboración de Yogurt a partir de Suero Lácteo.	87
5.2.1	Tamaño del Proceso	87
5.2.2	Definición del Producto a obtener	87
5.2.3	Materias Primas	88
5.2.4	Descripción del proceso de elaboración de yogurt	89
5.2.5	Descripción del equipo a utilizar	90
5.2.6	Determinación de Costos de Maquinaria	93

5.2.7	Características del Producto obtenido.	95
5.3	Evaluación de Costos de Operación y Costos de Inversión para la elaboración de una Bebida Hidratante a partir de Suero Lácteo.	97
5.3.1	Tamaño del Proceso	97
5.3.2	Definición del Producto a obtener	97
5.3.3	Materias Primas	98
5.3.4	Descripción del proceso de elaboración de una bebida hidratante	98
5.3.5	Descripción del equipo a utilizar	100
5.3.6	Determinación de Costos de Maquinaria	102
5.2.8	Características del Producto a Obtener	103
5.4	Beneficios Ambientales en la reutilización del suero	105
<i>CONCLUSIONES</i>		107
<i>RECOMENDACIONES</i>		109
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</i>		110
<i>ANEXOS</i>		113

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
<i>Cuadro 1.1 Comercio Intra-Regional de Lácteos en Centroamérica (US\$ 1000)</i>	1
<i>Cuadro 1.2 Producción y Comercio de Lácteos (1000 Ton Leche Equivalente, Año 2000)</i>	2
<i>Cuadro 1.3 Importaciones de Productos Lácteos de El Salvador (1997 – 2001)</i>	3
<i>Cuadro 1.4 Importaciones de El Salvador de productos lácteos por país de Procedencia (2001)</i>	4
<i>Cuadro 1.5 Importaciones de Productos Lácteos de El Salvador por país de procedencia y rubros (2001)</i>	5
<i>Cuadro 1.6 Importaciones de El Salvador de Productos Lácteos (en miles de Kg.)</i>	5
<i>Cuadro 1.7 Exportaciones de El Salvador de Otros Rubros (\$1000)</i>	6
<i>Cuadro 1.8 Exportaciones de El Salvador de Productos Lácteos</i>	6
<i>Cuadro 1.9 Valores máximos de parámetros de aguas residuales de tipo ordinario, para descargar a un cuerpo receptor</i>	14
<i>Cuadro 1.10 Concentraciones máximas permisibles de parámetros para verter aguas residuales de tipo especial al cuerpo receptor por tipo de actividad</i>	14
<i>Cuadro 2.1 Composición del Suero lácteo</i>	16
<i>Cuadro 2.2 Composición del polvo del suero lácteo</i>	16
<i>Cuadro 2.3 Grado de dulzura y Solubilidad relativa de diversas azúcares</i>	18
<i>Cuadro 2.4 Composición de la proteína del suero lácteo.</i>	19
<i>Cuadro 3.1 Composición de varios tipos de suero en polvo del queso (SP) y de leche descremada en polvo (LDP)</i>	37

<i>Cuadro 3.2 Evaluación de diferentes características para los tipos de membrana orgánica de aplicación en industria alimenticia</i>	47
<i>Cuadro 4.1 Empresas Lácteas en El Salvador. Según Registros de la Dirección General de Estadísticas y Censos</i>	51
<i>Cuadro 4.2 Empresas lácteas de El Salvador clasificadas entre grande y mediana Empresa</i>	54
<i>Cuadro 4.3 Empresas Lácteas en El Salvador que Producen queso y derivados</i>	55
<i>Cuadro 4.4 Empresas Lácteas en El Salvador que constituyen el tamaño muestral del estudio</i>	56
<i>Cuadro 4.5 Descripción del número de empleados de las empresas entrevistadas</i>	57
<i>Cuadro 4.6 Productos que se producen dentro de las empresas entrevistadas</i>	58
<i>Cuadro 4.7 Rangos de Volúmenes de Producción de queso de las empresas entrevistadas</i>	59
<i>Cuadro 4.8 Cantidad de Empresas lácteas que generan suero lácteo, según muestreo.</i>	60
<i>Cuadro 4.9 Volúmenes de suero lácteo generado</i>	61
<i>Cuadro 4.10 Segregación de aguas residuales dentro de las empresas lácteas encuestadas.</i>	62
<i>Cuadro 4.11 Disposición final del Suero Lácteo</i>	63
<i>Cuadro 4.12 Tratamiento para descarga de suero lácteo en las empresas encuestadas.</i>	64
<i>Cuadro 4.13 Conocimiento del costo de tratamiento para suero lácteo residual</i>	65
<i>Cuadro 4.14 Conocimiento de la Normativa Vigente de Descarga de aguas residuales</i>	66
<i>Cuadro 4.15 Empresas de las encuestadas que han realizado análisis de las aguas descargadas</i>	67
<i>Cuadro 4.16 Productos en los que se re-utiliza el suero lácteo, por la empresas encuestadas</i>	68
<i>Cuadro 4.17 Productos en los que las empresas encuestadas estarían interesadas en producir a partir de suero lácteo.</i>	69
<i>Cuadro 4.18 Empresas interesadas en desarrollar tecnologías</i>	70

<i>Cuadro 4.19</i>	<i>Empresas de las encuestadas que aplican Programas de Control de Calidad</i>	<i>71</i>
<i>Cuadro 4.20</i>	<i>Programas de Control de Calidad aplicados en las empresas encuestadas.</i>	<i>72</i>
<i>Cuadro 4.21</i>	<i>Factores esenciales de la composición y calidad del suero dulce</i>	<i>74</i>
<i>Cuadro 4.22</i>	<i>Análisis físicoquímicos de Suero Lácteo</i>	<i>75</i>
<i>Cuadro 4.23</i>	<i>Composición de Suero Lácteo</i>	<i>76</i>
<i>Cuadro 5.1</i>	<i>Componentes en diferentes presentaciones de suero dulce</i>	<i>78</i>
<i>Cuadro 5.2</i>	<i>Resultados de análisis físicoquímico del suero lácteo</i>	<i>81</i>
<i>Cuadro 5.3</i>	<i>Costos anuales de operación de los equipos del sistema de ultrafiltración</i>	<i>83</i>
<i>Cuadro 5.4</i>	<i>Inversión neta del sistema de ultrafiltración</i>	<i>84</i>
<i>Cuadro 5.5</i>	<i>Fórmula Común que utiliza Ingredientes de Suero (Hamburguesas de Carne Molida con Suero Dulce)</i>	<i>86</i>
<i>Cuadro 5.6</i>	<i>Resultados de análisis físicoquímico del suero lácteo</i>	<i>90</i>
<i>Cuadro 5.7</i>	<i>Características de los suministros requeridos por el equipo</i>	<i>92</i>
<i>Cuadro 5.8</i>	<i>Costo de equipo para el sistema de ultra filtración</i>	<i>93</i>
<i>Cuadro 5.9</i>	<i>Costos anuales de operación de los equipos del sistema de ultrafiltración</i>	<i>94</i>
<i>Cuadro 5.10</i>	<i>Inversión neta del sistema de ultrafiltración</i>	<i>94</i>
<i>Cuadro 5.11</i>	<i>Componentes nutricionales obtenidos en el producto final</i>	<i>95</i>
<i>Cuadro 5.12</i>	<i>Parámetros Físicos del producto final</i>	<i>95</i>
<i>Cuadro 5.13</i>	<i>Resultados de análisis físicoquímico del suero lácteo</i>	<i>100</i>
<i>Cuadro 5.14</i>	<i>Costos anuales de operación de los equipos del sistema</i>	<i>102</i>
<i>Cuadro 5.15</i>	<i>Costos anuales de operación de los equipos del sistema</i>	<i>103</i>
<i>Cuadro 5.16</i>	<i>Inversión neta del sistema de ultrafiltración</i>	<i>103</i>
<i>Cuadro 5.17</i>	<i>Componentes de bebida hidratante a partir de suero lácteo</i>	<i>104</i>

<i>Cuadro A.1</i>	<i>Valores máximos de parámetros de aguas residuales de tipo ordinario, para descargar a un cuerpo receptor.</i>	<i>116</i>
<i>Cuadro A.2</i>	<i>Concentraciones máximas permisibles de parámetros para verter aguas residuales de tipo especial al cuerpo receptor por tipo de actividad.</i>	<i>116</i>
<i>Cuadro A.3</i>	<i>Factores esenciales de la composición y calidad del suero dulce</i>	<i>121</i>
<i>Cuadro A.4</i>	<i>Factores esenciales de la composición y calidad del Suero Ácido en Polvo</i>	<i>122</i>
<i>Cuadro A.5</i>	<i>Aditivos permitidos para utilizarse en el proceso del suero</i>	<i>123</i>
<i>Cuadro A.6</i>	<i>Características del Suero Dulce</i>	<i>126</i>
<i>Cuadro A.7</i>	<i>Requisitos/especificaciones en las normas (excepto aditivos alimentarios)</i>	<i>127</i>
<i>Cuadro A.8</i>	<i>Métodos establecidos para aditivos alimentarios</i>	<i>141</i>

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
<i>Figura 1.1 Producción de lácteos en El Salvador</i> _____	11
<i>Figura 2.1 Estructura molecular de la lactosa</i> _____	17
<i>Figura 2.2 Esquema General de Procesos productivos para la obtención de diferentes productos a partir de suero lácteo desproteínizado.</i> _____	21
<i>Figura 2.3 Ejemplo de Quesos Almacenados en Maduración</i> _____	22
<i>Figura 2.4 Recepción de Leche</i> _____	23
<i>Figura 2.5 Equipos de Pasteurización</i> _____	24
<i>Figura 2.6 Diagrama General Proceso de Elaboración de Quesos</i> _____	25
<i>Figura 2.7 Descremado</i> _____	26
<i>Figura 2.8 Desuerado</i> _____	27
<i>Figura 2.9 Prensado de Queso</i> _____	28
<i>Figura 2.10 Almacenamiento de quesos</i> _____	29
<i>Figura 3.1 Procesos para la recuperación de los componentes del suero</i> _____	33
<i>Figura 3.2 Vista esquemática del intercambiador iónico con aplicación al suero lácteo</i> ____	34
<i>Figura 3.3 Principio de la desmineralización con electrodiálisis para uso con suero lácteo</i> _	36
<i>Figura 3.4 Vista esquemática de una membrana polar para separación de suero lácteo</i> ____	36
<i>Figura 3.5 Vista esquemática de la membrana bipolar para uso con suero lácteo</i> _____	38
<i>Figura 3.6 Representación esquemática de un proceso de separación por membrana</i> _____	42
<i>Figura 3.7 Módulo plano de disco DDS de uso en industria alimenticia</i> _____	43
<i>Figura 3.8 Módulo plano de placas y marcos de uso en industria alimenticia</i> _____	43

<i>Figura 3.9</i>	<i>Módulo tubular de uso en industria alimenticia</i>	44
<i>Figura 3.10</i>	<i>Módulo de membrana en espiral de uso en industria alimenticia</i>	45
<i>Figura 3.11</i>	<i>Características y configuración de un módulo de fibras huecas. (Di es el diámetro interior; De es el diámetro exterior)</i>	46
<i>Figura 4.1</i>	<i>Descripción del número de empleados de las empresas entrevistadas</i>	57
<i>Figura 4.2</i>	<i>Productos que se producen dentro de las empresas entrevistadas</i>	58
<i>Figura 4.3</i>	<i>Rangos de Volúmenes de Producción de queso de las empresas entrevistadas</i>	59
<i>Figura 4.4</i>	<i>Cantidad de Empresas lácteas que generan suero lácteo, según muestreo</i>	60
<i>Figura 4.5</i>	<i>Volúmenes de suero lácteo generado en las empresas entrevistadas</i>	61
<i>Figura 4.6</i>	<i>Segregación de aguas residuales dentro de las empresas lácteas encuestadas</i>	62
<i>Figura 4.7</i>	<i>Disposición final del Suero Lácteo, según información de las empresas encuestadas</i>	63
<i>Figura 4.8</i>	<i>Tratamiento para descarga de suero lácteo en las empresas encuestadas.</i>	64
<i>Figura 4.9</i>	<i>Conocimiento del costo de tratamiento para suero lácteo residual de las empresas encuestadas.</i>	65
<i>Figura 4.10</i>	<i>Conocimiento de la Normativa Vigente de Descarga de aguas residuales de las empresas encuestadas.</i>	66
<i>Figura 4.11</i>	<i>Empresas de las encuestadas que han realizado análisis de las aguas descargadas</i>	67
<i>Figura 4.12</i>	<i>Productos en los que se re-utiliza el suero lácteo, por las empresas encuestadas.</i>	68
<i>Figura 4.13</i>	<i>Productos en los que las empresas encuestadas estarían interesadas en producir a partir de suero lácteo</i>	69
<i>Figura 4.14</i>	<i>Empresas interesadas en desarrollar tecnologías</i>	70

<i>Figura 4.15</i>	<i>Empresas de las encuestadas que aplican Programas de Control de Calidad</i>	<i>71</i>
<i>Figura 4.16</i>	<i>Programas de Control de Calidad aplicados en las empresas encuestadas.</i>	<i>72</i>
<i>Figura 5.1</i>	<i>Diagrama de flujo para el proceso de extracción de WPC-34 a partir de suero lácteo</i>	<i>80</i>
<i>Figura 5.2</i>	<i>Balance de materia teórico del sistema de ultrafiltración</i>	<i>82</i>
<i>Figura 5.3</i>	<i>Presentación Comercial de Proteína Concentrada de suero</i>	<i>85</i>
<i>Figura 5.4</i>	<i>Diagrama de flujo para el proceso de elaboración del yogurt a partir de suero lácteo</i>	<i>91</i>
<i>Figura 5.5</i>	<i>Elementos que componen el sistema de ultrafiltración</i>	<i>963</i>
<i>Figura 5.6</i>	<i>Presentación Comercial de Yogurt elaborado a base de Lacto suero</i>	<i>96</i>
<i>Figura 5.7</i>	<i>Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de una bebida a partir de suero dulce</i>	<i>101</i>
<i>Figura 5.8</i>	<i>Balance de materia teórico del sistema de ultra filtración</i>	<i>102</i>
<i>Figura 5.9</i>	<i>Presentación de bebida hidratante Comercial elaborada a partir de suero lácteo</i>	<i>104</i>

INTRODUCCION

En la actualidad la importancia que ha tomado el problema ambiental lleva a la industria mundial a procesar y buscar alternativas de uso de aquellos residuos industriales que generan un impacto significativo sobre el ambiente. El lactosuero es uno de los materiales más contaminantes que existen en la industria alimenticia a nivel mundial, sin embargo es uno de los componentes más nutritivos que actualmente se desecha; conteniendo alrededor del 25% de las proteínas de la leche, el 8% de la materia grasa y cerca del 95% de la lactosa, por lo que se convierte en un residuo altamente proteico y nutritivo (CNPML, 2003)

A nivel mundial el suero lácteo es utilizado como materia prima para la elaboración de otros productos para el consumo humano como lo son: elaboración de bebidas hidratantes, elaboración de helados, yogurt, alcohol, entre otros. La proteína de suero concentrado alcanza un alto valor económico dentro de la industria láctea al ser reprocesada adecuadamente. Se han desarrollado tecnologías que permiten que el procesamiento del suero lácteo alcance un alto rendimiento, como lo son la filtración por membranas, la electrodiálisis, la desmineralización del suero; las cuales son descritas en la presente investigación.

El objetivo del presente trabajo de investigación es presentar alternativas de uso del suero lácteo con sus costos de inversión en la compra de equipo y costos de operación y mantenimiento de los equipos para la industria láctea salvadoreña; para que la empresa salvadoreña invierta en tecnología que optimice la generación de productos y desarrolle procesos amigables con el medio ambiente.

1.0 SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA LÁCTEA EN EL SALVADOR

Centroamérica se caracteriza por ser una región importadora, el saldo de la balanza comercial ha sido históricamente negativo. Sin embargo, su comercio interregional ha ido incrementando en los últimos tiempos.

Como se observa en el cuadro No. 1.1; al analizar las importaciones de Centroamérica con el resto del mundo, se observa que las importaciones de lácteos por su país de origen en los últimos años han ido disminuyendo con el resto del mundo, pero aumentando la participación dentro del mercado Regional Centroamericano.

Cuadro 1.1 Comercio Intra-Regional de Lácteos en Centroamérica (US\$ 1000)

Año	Total Importaciones	Importaciones Origen C.A	% Origen C.A
1997	167,871	33,204	20%
1998	184,804	36,509	20%
1999	192,951	42,674	22%
2000	212,176	68,105	32%
2001	225,251	63,621	28%

Fuente: SIECA (2001)

En el cuadro 1.1 se puede observar que para el año 2001 las exportaciones e importaciones de lácteos de cada uno de los países de la Región Centroamericana se ha incrementado, dándose un crecimiento dentro de la industria láctea centroamericana. La medida utilizada para el comercio es Kg. de leche equivalente, que es la cantidad de leche dentro de cada producto comercializado.

Al analizar la balanza comercial de la región, Costa Rica es el único país que ha presentado en los últimos cinco años un saldo positivo como se observa en el cuadro 1.2, el resto ha presentado saldos deficitarios por diversas causas.

Entre éstas causas se destacan las limitaciones de la base productiva (predominio de lecherías de doble propósito), bajos niveles de productividad, problemas de acopio y una industria artesanal que compite por la materia prima con la industria formal (Pomareda, 2001)

Cuadro 1.2 Producción y Comercio de Lácteos (1000 Ton Leche Equivalente, Año 2000)

País	Producción	Importaciones	Exportaciones	Saldo
Costa Rica	722,000	32,904	43,560	10,656
Honduras	571,111	61,223	12,644	(48,579)
El Salvador	398,750	181,002	6,360	(174,642)
Guatemala	259,628	206,790	1,22	(205,566)
Nicaragua	230.636	74,065	67,234	(6,831)
TOTAL CA	2,182,125	555,984	131,022	(424,961)

Fuente: FAO (2001)

En el cuadro 1.2, puede observarse que el principal productor de lácteos en Centroamérica es Costa Rica, el cual presenta un nivel de industrialización mayor en comparación con el resto de países, su industria formal absorbe el 60% de la producción nacional, en comparación con el 20% en el resto de los países de la región (Pomareda, 2001).

1.1 El Salvador en el Mercado de Importaciones y Exportaciones de Productos Lácteos.

Según datos del Banco Central de Reserva (BCR) y de la División de Estadísticas y Censos de El Salvador (DYGESTIC), para el caso de las importaciones se observa que la región presenta valores crecientes de importaciones, especialmente de Yogurt y Lactosueros. En parte, ese incremento puede atribuirse al comercio Intra-Regional. En cuanto a productos, El Salvador se destaca por ser el principal importador de queso con significativo incremento en los últimos cinco años, (ver cuadro 1.3)

Cuadro 1.3 Importaciones de Productos Lácteos de El Salvador (1997 – 2001)
(1000 de KG)

Partida	1997	1998	1999	2000	2001	Crecimiento 1997-2001
Leche fluida	1,982	1,625	2,612	3,493	3,088	12%
Leche en polvo	39,216	40,894	42,332	37,115	39,822	0%
Yogurt	425	348	489	606	640	11%
Lactosuero	1,160	1,450	1,473	1,461	1,895	13%
Mantequilla	639	702	710	2,530	3,507	53%
Quesos	17,545	13,163	16,491	22,746	23,131	7%

Fuente:BCR (2001)

Es también importante destacar que Costa Rica y Nicaragua se perfilan como los principales exportadores de la región. Sin embargo como se muestra en el cuadro 1.5 Costa Rica es el mayor importador de leche fluida (UHT) y Honduras es el mayor importador de Mantequilla dentro de la región.

El Salvador históricamente ha sido un importador neto de productos lácteos. Según datos de la FAO, en el año 2000 el país importó 32% de la leche equivalente consumida en el país; para ser más específicos, de este porcentaje el 78% son quesos.

Los productos importados más importantes son leche en polvo y quesos, pero el primero ha mostrado para el periodo de análisis una tendencia decreciente con relación a los otros rubros. Otra razón puede ser las gestiones de las gremiales que representan al sub-sector para reformar la Ley de Producción Higiénica de Lácteos en el sentido de prohibir la comercialización y reconstitución de leche en polvo para la elaboración de lácteos en el país.

Los países de origen de los productos importados por El Salvador son mostrados en el cuadro 1.4 en donde Nueva Zelanda lidera la lista seguida por Honduras, Nicaragua, Estados Unidos y Costa Rica.

**Cuadro 1.4 Importaciones de El Salvador de productos lácteos por país de Procedencia
(2001)**

País	Valor (US\$1000)	%	% Acumulado
Nueva Zelanda	13,327	21%	-
Honduras	9,826	15%	36%
Nicaragua	9,513	15%	51%
Estados Unidos	8,962	14%	65%
Costa Rica	6,317	10%	75%
México	4,265	7%	82%
Dinamarca	3,877	6%	88%
Australia	1,984	3%	91%
Alemania	1,355	2%	93%
Holanda	1,152	2%	95%
otros	3,382	5%	100%

Fuente: BCR (2001)

Para el año 2000, El Salvador era el principal destino del comercio de productos lácteos dentro de la región centroamericana, el cual alcanzaba el 41 %, sin considerar el ingreso de algunos productos en forma no oficial. El Salvador importa el 65 % de productos lácteos ocupando el segundo lugar en precios de leche, con un precio promedio por litro de US \$ 0.42, precio muy superior al que reciben los otros países del área. Si bien el intercambio comercial es negativo con relación a las importaciones y exportaciones, la creciente importación de leche en polvo y derivados lácteos sigue siendo un obstáculo para los productores nacionales. Con relación a la aplicación del IVA a los productos agropecuarios importados, aprobado en el año 2000, estos pagan el impuesto no así el arancel; siendo este marco legal, un estímulo al ganadero para producir más leche.

Esta tendencia de importación no muestra cambios; la leche en polvo representó el 84.62% durante el período mencionado, el queso en sus diferentes formas el 12.91 % y la mantequilla y crema sumaron el 2.47 % restante. La leche en polvo proviene en mayor proporción de Nueva Zelanda, Inglaterra, Holanda, Australia, Francia, U.S.A. Irlanda, Dinamarca y Canadá. Bajo las marcas Anchor, Ceteco, Nido, Coast, Klim, Australian. Los quesos gourmet tipo Shedar y Parmesano y otros provienen de Europa y U.S.A. y los quesos de tipo Blando y Duro son abastecidos por Nicaragua y Honduras.

Cuadro 1.5 Importaciones de Productos Lácteos de El Salvador por país de procedencia y rubros (2001)

País	Leche en Polvo	Quesos	Leche Fluida Y Crema	Mantequilla Y similares
Nueva Zelanda	39%	1%	0%	8%
Honduras	0%	28%	19%	84%
Nicaragua	3%	-	0%	0%
Estados Unidos	14%	13%	0%	1%
Costa Rica	10%	1%	80%	5%
México	13%	0%	0%	0%
Dinamarca	0%	18%	0%	0%
Australia	6%	0%	0%	2%
Alemania	4%	0%	0%	0%
Holanda	3%	0%	0%	0%
Otros	7%	4%	1%	3%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

Fuente: BCR (2001)

Cuadro 1.6 Importaciones de El Salvador de Productos Lácteos (en miles de Kg.)

AÑO	Leche en Polvo	Quesos	Queso en Polvo	Mantequilla	Crema
1993	13624.3	191.6	299	64.4	15.1
1994	11767	508.8	321.7	74.7	137.1
1995	18252.1	3163.7	540.9	365.1	590.7
1996	19229.9	3268.1	607.8	229.2	229.2
1997	17229.3	2524.9	305.8	260.4	260.4
1998	20574.5	2395.3	313.9	645.1	367.7
1999	27596.8	3689.4	53449	311.2	703.3

Fuente: BCR (2001)

Dentro de las exportaciones de lácteos se tiene un dinámico crecimiento en las exportaciones de Yogurt; como puede observarse en el cuadro 1.7. Esto da una tendencia positiva al país para exportar productos con mayor valor agregado. La totalidad de las exportaciones de queso van hacia los Estados Unidos.

En el cuadro 1.7 se observa que para el año 2001 se tiene un total de \$185,000 en exportaciones de queso seco. Es decir, que el mercado étnico de salvadoreños y latinos en Estados Unidos representa un indicativo de crecimiento para la industria láctea. (CENTA-FAO 1999).

Cuadro 1.7 Exportaciones de El Salvador de Otros Rubros (\$1000)

PRODUCTO	1997	1998	1999	2000	2001
Yogurt	4	8	53	147	336
Queso	218	165	150	191	185
Otros	23	106	109	87	82
TOTAL	245	279	311	425	603

FUENTE: TechnoServe , (2001)

Las exportaciones de lácteos de El Salvador no son significativas y están concentradas en exportaciones de leche en polvo como puede observarse en el cuadro 1.8. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que la leche en polvo no es proveniente de leche producida en El Salvador, mas bien es importada para ser empaca y luego re-exportada, por tanto funciona como una maquila.

Cuadro 1.8 Exportaciones de El Salvador de Productos Lácteos

Año	Leche en polvo (miles de kg)	Queso (miles de kg)	Leche fluida (miles lts.)
1993	205.4	2.5	1586
1994	120.2	1.6	929.5
1995	59.4	4.4	495.4
1996	69.09	42.6	957.2
1997	123.5	99.8	1937.4

Fuente: FAO (1999)

La producción promedio en la década de 1990 mostró un incremento del 1.8% anual. Esto obedece, según la Oficina de Análisis de Políticas Agropecuarias (1998), a dos factores:

- a) Incremento de hembras en el hato nacional.
- b) Mejora en la productividad en las fincas atendidas, por el programa CENTA-PROLECHE y otros programas de Investigación y Transferencia de Tecnología desarrolladas por el MAG.

De la misma forma el consumo de lácteos de leche fluida, se ha incrementado paulatinamente en un 4.4% anual, superando el crecimiento poblacional con relación al consumo per cápita, donde este, sí ha aumentado. El promedio por cinco años, ha sido calculado en 78.69 lts/persona/año, expresando un déficit de 1, 200,000 /botellas/día en términos de leche fluida. El 40% de la producción se consume como tal, y el resto se transforma en quesos y derivados. Cada día, estas empresas elaboran unas 120,000 libras de queso. (CAMAGRO, 2003).

Las exportaciones intra-regionales y hacia Estados Unidos se han elevado considerablemente en un 7.5% de la producción total, equivalentes a unos 2 y 4 millones de dólares al año. Los quesos, la mantequilla y la leche en polvo dominan las exportaciones del sector en el mundo. En los últimos cinco años, la producción mundial de leche ha tenido una tasa de crecimiento estable de 1.2%. Estados Unidos creció 2%. (CENTA-FAO 1999)

En Centroamérica, El Salvador presenta uno de los consumos per cápita de lácteos más altos lo cual de alguna manera esta asociado a su nivel de ingresos. El alto nivel de crecimiento del consumo per. cápita que El Salvador ha presentado en la década de los 90, en gran parte, es explicado al crecimiento económico generado en la primera mitad de la década. Otro elemento importante a considerar en este crecimiento del consumo es el crecimiento de los supermercados, los cuales se han convertido en un vector de crecimiento para los lácteos. El efecto de este rápido crecimiento en los productos lácteos esta ligado a la concentración de las industrias procesadoras, y a los cambios en las regulaciones y normas tanto públicas como privadas. (CENTA-FAO 1999).

1.2 Política Comercial de lácteos en Centroamérica

El Protocolo del tratado de Integración Económica establece el comercio libre y regional para la producción centroamericana, lo cual libera del pago de aranceles sobre-tasas. Los aranceles aplicados a productos lácteos de países fuera de la región se presentan en el Anexo I y son tomados de los registros de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA); Costa Rica tiene los aranceles más altos para estos productos, llegando al tope de 65% seguido por El Salvador con un tope de 40%.

A diferencia de El Salvador, Costa Rica tuvo la ventaja de negociar su adhesión al GATT en condiciones más favorables y años antes que el resto de los países centroamericanos. Esto le permitió consolidar aranceles más altos y consecuentemente gozar de la protección durante más tiempo que los otros países.

En el comercio internacional de productos lácteos, el arancel y los contingentes arancelarios representan solamente la protección en frontera asignada a este sector, pero la competitividad de muchos países ha estado sustentada por medio de políticas de apoyo a la producción y a la exportación.

Contrastando los niveles arancelarios aplicados por Costa Rica y El Salvador con sus balanzas comerciales en el sub-sector, es interesante observar que, mientras Costa Rica presenta un saldo positivo (sus exportaciones son mayores que sus importaciones de lácteos), El Salvador muestra un saldo negativo.

Es importante aclarar que durante 1980, El Salvador se vio afectado por el proceso de Reforma Agraria y un conflicto armado que destruyó mucho de los activos e infraestructura agrícola, impactando negativamente el crecimiento económico del país, así como el incentivo a cualquier tipo de inversión.

Es preciso considerar que si bien la política comercial es importante, no es el único factor del crecimiento económico del sub-sector, y que existen otros, de más largo plazo y de mayor alcance que posiblemente hayan estado ausentes en El Salvador.

Entre estos factores se puede anotar la baja productividad del sub-sector, la escasa vinculación entre los participantes de la cadena de valor, la baja proporción del procesamiento industrial en comparación con el artesanal, entre otros.

Además, los niveles de reinversión en capital fijo y nueva tecnología (Investigación y Desarrollo) durante los noventa no han alcanzado los niveles necesarios para generar un mayor crecimiento. Por otro lado es importante mencionar que la industria Láctea centroamericana se ha visto perjudicada por la entrada de productos lácteos de países que aplican subsidios a la producción y a la exportación, como fue evidenciado en apartados anteriores. Por lo que además es importante contar con políticas de promoción e incentivos a la producción, inversión y mercadeo en el sub.-sector.

El Ministerio de Economía solicitó en el año 2000 a la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo, estudios de impacto sectorial para determinar las oportunidades de diferentes sectores económicos podrían presentar a las puertas del tratado de libre comercio (TLC) con los Estados Unidos.

Como resultado de este estudio y mediante la metodología de la matriz insumo producto, resultaron 8 sectores con potencial exportador de los cuales 6 pertenecían al industrial, 2 al agroindustrial, como los étnicos otros productos alimenticios elaborados, bebidas.

De los resultados del impacto sectorial, se obtuvieron para los bienes agrícolas; Quesos típicos, frutas frescas y secas o congeladas, especies, pescados, legumbres y hortalizas, y otros productos elaborados.

A la fecha se está a la espera de la definición del perfil de estos estudios, sin embargo deberá estudiarse las oportunidades de negocio que un TLC podría traer al sub.-sector de lácteos en el país.

1.3 Industria láctea Salvadoreña y su incidencia en el PIB

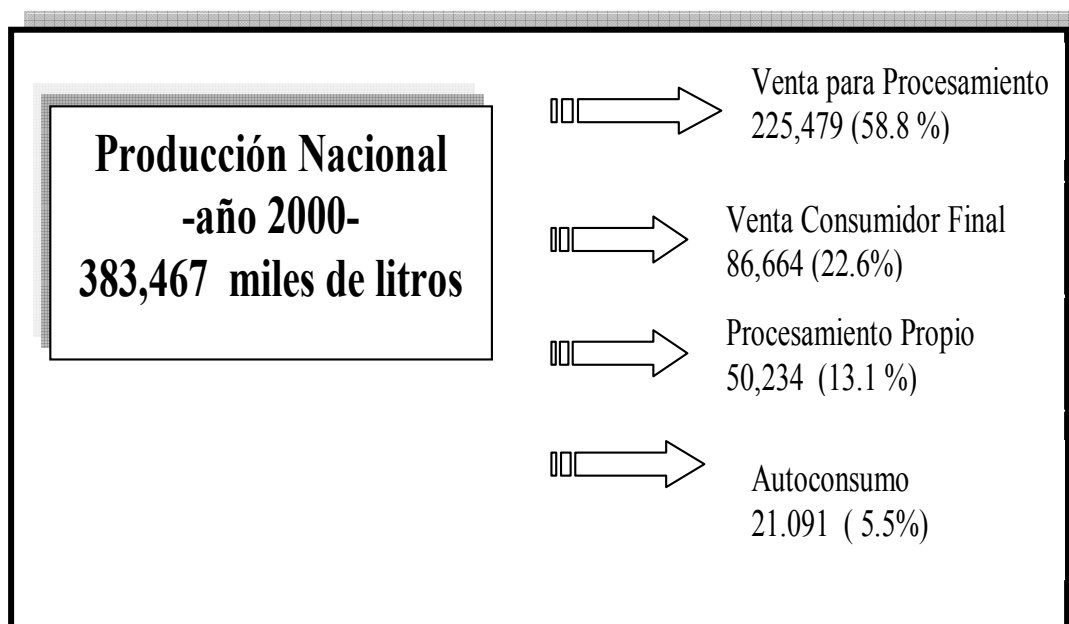
Históricamente el sector ganadero ha tenido una importancia clave en la economía del país; según el BCR contribuyó con el 18% agrícola de El Salvador en el año 2001. Dentro del sector ganadero el principal aporte lo realiza el sector lácteo. Según el CENTA, la ganadería bovina genera más de 150,000 empleos directos en la fase de producción, transporte y procesamiento, es el subsector que más empleos genera en producción animal, ya que la producción de cerdos y avicultura comercial genera 8,000 y 7,000 empleos, respectivamente. Es por ello que se considera al sector muy importante en la industria salvadoreña.

1.3.1 Producción de leche en El Salvador.

Según datos del Banco Central de Reserva de El Salvador; la producción de leche en el período 1990 a 2001 ha aumentado en aproximadamente un 18%. Este crecimiento es importante ya que El Salvador presentó en el mismo período una reducción en el tamaño del *hato*. Eso quiere decir que hubo crecimiento en la productividad por vaca en país que puede ser atribuida a un cambio de sistemas de producción hacia ganadería especializada de leche. La producción de leche en El Salvador fue afectada en el período de 1980 por la Reforma Agraria y la guerra. Esta reforma afectó no solo el tamaño de la propiedad, sino que también redujo los niveles de productividad que los propietarios originales poseían.

Después de firmado los acuerdos de paz, a principios de los noventa, con un panorama más positivo hacia el sector agropecuario, los ganaderos invierten en la adecuación y construcción de instalaciones, en expandir su *hato* y en adoptar nuevas tecnologías que mejorarían la productividad.

Es interesante observar (ver figura 1.1) el significativo porcentaje de leche vendida directa hacia el consumidor. Esta es la leche que se vende cruda (sin pasteurizar), al consumidor final, son estos mismos los que llegan a comprarla en los establos o en los mercados municipales. Ver Anexo II para una estimación de productos obtenidos de leche para el 2001



Fuente: FAO (2001)

Figura 1.1 **Producción de lácteos en El Salvador**

1.4 *Definición y Rol de los productores tecnificados y no tecnificados.*

La leche que se dirige a los destinos presentados anteriormente, es producida por dos tipos distintos de ganaderos:

- a. **Productores Tecnificados.** – Son los que cuentan con la estabulación¹, procesos mecanizados y además deberían obtener una licencia de productor emitida por el MAG para que cumplan con la “Ley de fomento de producción higiénica de la leche y productos lácteos y de regulación de expendio”. Dos de las reglas más importantes son: hatos sanos y práctica de ordeño higiénico a las vacas.
- b. **Productores No Tecnificados.**- No cumplen ninguna de las características de los tecnificados y son la mayoría de los ganaderos del país.

¹ Estabulación: el alojamiento de los animales en corrales, boxes o locales cubiertos, con objeto de proporcionarles, en su caso, la atención necesaria (agua, forraje, descanso)

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. En las cuales la producción de queso genera el mayor impacto ambiental: *El lacto-suero o Suero lácteo*.

Este subproducto, que generalmente se desecha, contiene un poco más del 25 % de las proteínas de la leche, cerca del 8% de la materia grasa y aproximadamente el 95% de la lactosa (el azúcar de la leche), por lo que resulta un inmenso desperdicio de nutrientes no usar el lacto-suero como alimento.

Las proteínas y la lactosa se transforman en contaminantes cuando el líquido es arrojado al medioambiente sin ningún tipo de tratamiento, porque la carga de materia orgánica que contiene permite fácilmente la reproducción de microorganismos.

1.5 Problema Ambiental de la Industria Láctea.

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 grasa.

El lactosuero es uno de los materiales más contaminantes que existen en la industria alimenticia. Cada 1,000 litros de lactosuero generan cerca de 35 Kg. de demanda biológica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 Kg. de demanda química de oxígeno (DQO). Esta fuerza contaminante es equivalente a la de las aguas negras producidas en un día por 450 personas (CNPML, 2003).

Más aún, no usar el lactosuero como alimento es un enorme desperdicio de nutrimentos; el lactosuero contiene un poco más del 25 % de las proteínas de la leche, cerca del 8 % de la materia grasa y cerca del 95 % de la lactosa. Como se mostró anteriormente, por lo menos el 50 % en peso de los nutrimentos de la leche se quedan en el lactosuero (CNPML, 2003).

Cada 1,000 litros de lactosuero contiene más de 9 Kg. de proteína de alto valor biológico, 50 Kg. de lactosa y 3 Kg. de grasa de leche. Esto es equivalente a los requerimientos diarios de proteína de cerca de 130 personas y a los requerimientos diarios de energía de más de 100 personas (CNPML, 2003).

Es importante que la industria de quesería tenga un portafolio de opciones para usar el lactosuero como base de alimentos, preferentemente para el consumo humano, con el fin adicional de no contaminar el medio ambiente y de recuperar, con creces, el valor monetario del lactosuero; debido, a que las proteínas del suero del queso tienen excelentes propiedades funcionales y un valor nutritivo muy alto debido a su excepcional contenido en lisina, triptofano y aminoácidos azufrados.

A pesar de estas cualidades, durante muchos años las proteínas del suero no se usaron para consumo humano, sino que sirvieron de alimento para porcinos, fueron eliminadas por las cloacas y los ríos, o se dispersaron sobre los campos por lo que así provocaron una importante contaminación del medio ambiente. Se ha calculado que el efecto contaminante de 1.000 litros de suero del queso es equivalente al que producirían 400 personas.

En el cuadro 1.9 se presentan los valores máximos de parámetros de aguas residuales de tipo ordinario, para descargar a un cuerpo receptor. Estos valores son los exigidos por la Normativa medioambiental para la descarga de desechos en El Salvador, la cual es presentada en el Anexo III.

Cuadro 1.9 Valores máximos de parámetros de aguas residuales de tipo ordinario, para descargar a un cuerpo receptor

ACTIVIDAD	DQO (mg./l)	DBO (mg./l)	Sólidos Sedimentables (ml./l)	Sólidos Suspendidos Totales (mg./l)	Aceites y grasas (mg./l)
Aguas residuales de tipo ordinario	100	60	1	60	20

Fuente: Norma Salvadoreña CONACYT NSO 13.49.01.05, (2005)

En el cuadro 1.10 se presentan las concentraciones máximas permisibles de parámetros para verter aguas residuales de tipo especial al cuerpo receptor por tipo de actividad; los cuales nos indican los parámetros establecidos para la industria láctea. Con ello se observa que la cantidad máxima permitida de DQO, DBO, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos y aceites y grasas para el sector lácteo son los presentados en este cuadro. Los valores que se obtendrán de la muestra en estudio al ser comparados con estos valores se convertirán en los indicadores para determinar el grado de contaminación que se está generando actualmente por el sector lácteo.

Cuadro 1.10 Concentraciones máximas permisibles de parámetros para verter aguas residuales de tipo especial al cuerpo receptor por tipo de actividad

ACTIVIDAD	DQO (mg./l)	DBO (mg./l)	Sólidos sedimentables (ml/l)	Sólidos Suspendidos totales (mg./l)	Aceites y grasas (mg./l)
Fabricación de productos lácteos	900	600	75	300	75
Elaboración de productos alimenticios diversos	400	150	15	150	45

Fuente: Norma Salvadoreña CONACYT NSO 13.49.01.05, (2005)

2.0 GENERALIDADES DEL SUERO LACTEO (Van der Schans, 2002)

El suero es el líquido residual después de producir el queso y tiene un alto valor nutricional por el contenido de proteína, lactosa y otros nutrientes. Hay muchas maneras de tratar el suero, estos tratamientos involucran el uso de equipos muy costosos, cuya utilización resultará viable sólo para la producción a gran escala.

Algunos métodos desarrollados para utilizar el suero en la granja es rociándolo sobre los campos, para utilizarlo como fertilizante potencial para el suelo, que podría también ser una solución para el problema de la salinidad y de la acidez. El suero se puede también utilizar como alimento para los animales agrícolas (especialmente cerdos). Así también, el utilizar el suero en combinación con la producción del metano a partir del excreto animal para el uso como combustible para la industria quesera se convierte en un sistema industrial verdaderamente ecológico.

Aproximadamente entre 6 y 9 litros de suero será obtenido a partir de 10 litros de leche por cada kilogramo de queso producido. Esta resultando depende principalmente del tipo de queso y de la proporción de grasa en la leche.

2.1 Tipos de suero lácteo.

El suero se puede clasificar en tres grupos importantes:

- a) Suero dulce (pH entre 5.8 y 6.6)
- b) Suero medio ácido (pH entre 5.0 y 5.8)
- c) Suero ácido (pH menor de 5.0)

El suero se clasifica en general en dos grupos: suero dulce y ácido. Aunque el suero puede ser clasificado, en las fábricas de suero, en suero ácido y suero dulce cuando se mezcla ambos.

Esto da lugar a una composición final uniforme con variaciones mínimas debido a los diferentes procesos usados para hacer queso. El cuadro 2.1 describe la composición del suero normal y el cuadro 2.2 demuestra la composición del suero en polvo.

Cuadro 2.1 Composición del Suero lácteo

Componente	Suero Dulce	Suero Ácido.
% de Agua	93-94	94-95
Gravedad Específica (kg/l)	1.026	1.024-1.025
% de Grasa	0.8	0
% Proteína	0.9	0.9
% Lactosa	4.5-5.0	3.8-4.4
% Acido Láctico	0	0.8
% Minerales	0.5-0.7	0.7-0.8
pH	5.8-6.6	4.5-5.0

Fuente: Van der Schans (2002)

Cuadro 2.2 Composición del polvo del suero lácteo

Componente	Suero Dulce	Suero Acido
Lactosa (%)	56.9-74.6	58.8-71.7
Proteínas totales (%)	11.1-16.6	8.0-12.6
Nitrogeno (%)	0.23 - 0.65	0.45 - 0.73
Ceniza total (%)	7.1-10.7	7.3 - 12.2
Grasa (%)	0.37-1.52	0.34 - 0.74
pH	5.2-6.4	4.40-4.81

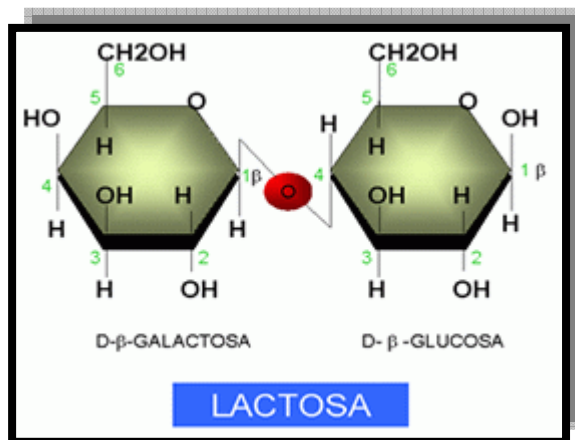
Fuente: Van der Schans (2002)

2.2 Componentes del suero lácteo

El suero lácteo como ya se ha mencionado anteriormente esta compuesto de un alto porcentaje de nutrientes, entre los cuales se encuentran la lactosa, proteínas tales como β -Lactoglobulina, α -Lactoalbumina, Inmunoglobulinas, Albúmina sérica bovina (BSA); las cuales se describen a continuación.

1) Lactosa

El cuadro 2.2 demuestra que 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: no es un azúcar valiosa; y es necesario dividirla en glucosa y la galactosa por acción de la enzima Lactasa, ver figura 2.1, ya que no es soluble y no muy dulce según lo reportado en el cuadro 2.3 (Van der Schans, 2002).



Fuente: Van der Schans (2002)

Figura 2.1 Estructura molecular de la lactosa

Cuadro 2.3 **Grado de dulzura y Solubilidad relativa de diversos azúcares**

Azucar	Dulzura Relativa	Solubilidad (gramos/100 gramos de solución)		
		10°C	30°C	50°C
Sacarosa	100	66	69	73
Lactosa	16	13	20	30
D-galactosa	32	28	36	47
D-glucosa	74	40	54	70
D-fructosa	173	-	82	87

Fuente: Van der Schans (2002)

La lactosa también se utiliza en la industria farmacéutica, y este 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. En la figura 2.2 se observan los diferentes productos obtenidos de la fermentación del suero.

2) 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 sobre todo el alimento contiene también los lípidos, las azúcares, las sales y otras proteínas.

Las proteínas más importantes del suero son α -lactoalbumina, β -lactoglobulina, la inmunoglobulina y albúmina sérica bovina. Las diferentes proteínas del suero y su respectiva cantidad se describen en el cuadro 2.4.

Cuadro 2.4 Composición de la proteína del suero lácteo.

Proteína	Concentración (g/L)
β -lactoglobulina	3.2
α -Lactoalbumina	1.2
Inmunoglobulinas	0.8
BSA	0.4
Lactoferrina	0.2
Lactoperoxidase	0.03

Fuente: Van der Schans (2001)

- a) **β -Lactoglobulina.** Esta proteína contiene 50 a 60% del total de la proteína del suero. La lactoglobulina es una fuente rica en cisteína, un aminoácido esencial, que es importante para la síntesis del glutatión. Una vista esquemática de la β -lactoglobulina.
- b) **α -Lactoalbumina.** Esta proteína es considerada cerca del 25% de la proteína total del suero. En la glándula mamaria, la α -lactoalbumina actúa como coenzima en la biosíntesis de la lactosa. En algunos países, la α -lactoalbumina se utiliza comercialmente en fórmulas infantiles para hacerla más similar a la leche humana. Además, la lactoalbumina puede aumentar la inmunidad y reducir el riesgo de algunos cánceres; ya que α -lactoalbumina es una buena fuente de aminoácidos de cadena ramificados y por ello puede también ser utilizado en la nutrición de los productos deportivos.
- c) **Inmunoglobulinas.** Las inmunoglobulinas en sueros de los bóvidos incluyen IgA, fragmentos de IgG1, de IgG2, y de IgG; IgM; e IgE. Este grupo de proteínas del suero proporciona la inmunidad pasiva para los infantes y puede estimular la función inmune en adultos.

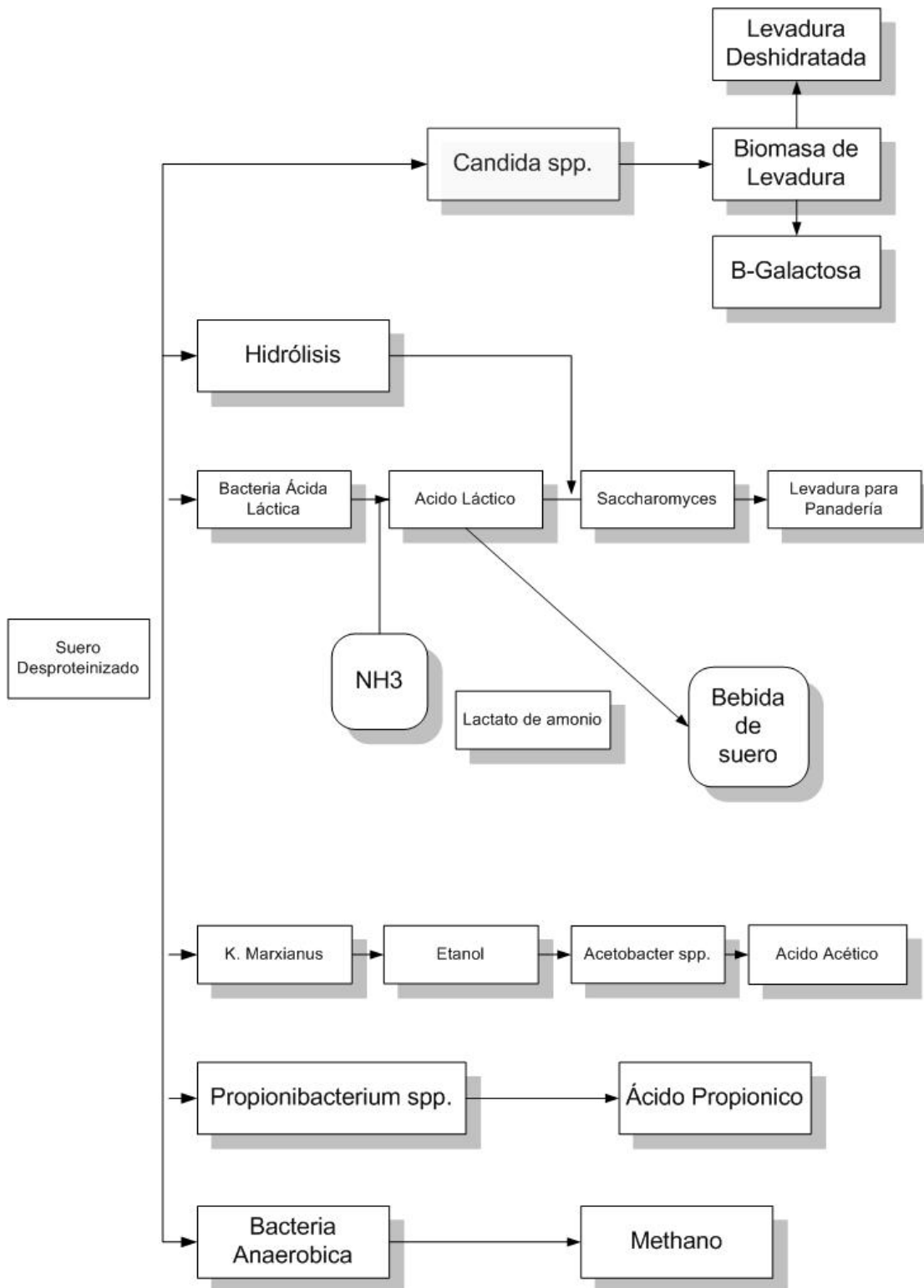
- d) ***Albúmina sérica bovina (BSA)***. La albúmina del suero vacuno vincula los ácidos grasos y otras moléculas pequeñas. Debido a su alto contenido del cisteína, la albúmina del suero vacuno puede ser fuente importante para la producción del glutathione en el hígado.

2.3 *Concentrados de proteína*

Según lo descrito en la sección anterior, las proteínas del suero son los componentes más valiosos. Puesto que se investiga que las proteínas del suero de leche de bóvidos son similares a los productos humanos con suero, uno de los usos principales de Concentrados de Proteínas, proteína de suero concentrada en el uso en las fórmulas del bebé. También es utilizado en varios alimentos.

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. Es elaborado de suero de leche dulce utilizando ultrafiltración; consiste en una excelente fuente de proteína para bebidas, yogur y helados.

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 láctea se le encuentra en polvo, y puede agregarse fácilmente a muchas comidas y recetas. Una forma de proteína del suero consiste en la proteína del suero aislada la cual contiene menos de 1 por ciento de lactosa y se recomienda frecuentemente a los vegetarianos y para aquellas personas que poseen una intolerancia a la lactosa o a gluten.



Fuente: Van der Schans, (2002)

Figura 2.2 **Esquema General de Procesos productivos para la obtención de diferentes productos a partir de suero lácteo desproteínizado.**

2.4 Procesos productivos que generan el suero lácteo.

Las plantas procesadoras de leche se pueden agrupar en artesanales, semi-Industriales e Industriales.



Fuente: Universidad Católica de Uruguay, (2004)

Figura 2.3 Ejemplo de Quesos Almacenados en Maduración

El queso es un producto fermentado o sin fermentar que se obtiene mediante escurrido tras el cuajado de la leche y crema, de la leche desnatada, del suero de mantequilla o de una mezcla de estos productos.

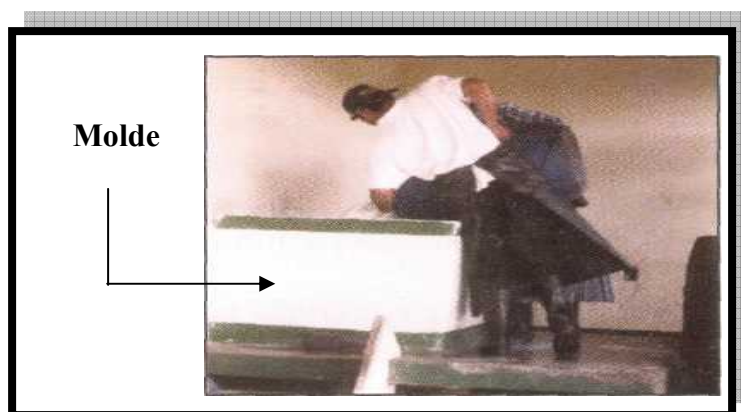
El proceso de producción de queso en una planta artesanal o semi-Industrial contempla: transporte, acopio o recepción de la leche, pasteurización, descremado, coagulación o cuajo, corte, desuerado, salado, moldeado y almacenamiento (Figura 2.6).

Para cada una de las etapas del proceso productivo es requerido que se cumplan Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) de acuerdo a la norma técnica sanitaria.

2.4.1 Descripción de las Etapas del Proceso de Producción de queso.

1. Recepción de la leche

La leche cruda que procede de fincas de los proveedores, se recibe en pichingas, baldes o barriles, la cual se vierte a un tanque de recepción donde se filtra para separar los contaminantes presente en la leche.

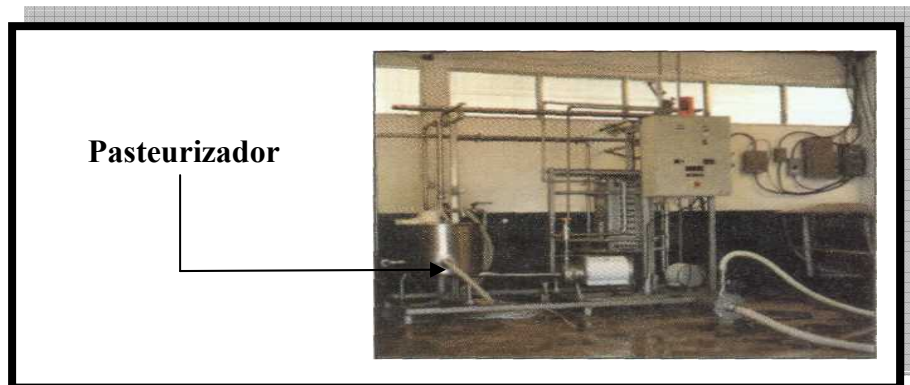


Fuente: Universidad Católica de Uruguay, (2004)

Figura 2.4 Recepción de Leche

2. Pasteurización

Las plantas semi-Industriales realizan la pasteurización previo al descremado o coagulación. 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.



Fuente: Universidad Católica de Uruguay, (2004)

Figura 2.5 Equipos de Pasteurización

La pasteurización se puede realizar con dos métodos:

- i. Pasteurización lenta: En tinas de acero inoxidable con doble chaqueta para circular agua caliente (65°C por 30 minutos) con el uso de calderas y luego se circula agua fría para enfriar la leche. La pasteurización lenta se puede realizar también en tinas de acero inoxidable a las que se les aplica el sistema de quemador de gas con agitador de leche.
- ii. Pasteurización continua por placas. En la pasteurización continua se aplica un sistema automatizado, en el cual la leche se conduce por una serie de placas con alta temperatura (71.8°C) durante 15 segundos y luego se enfría rápidamente hasta 5°C .

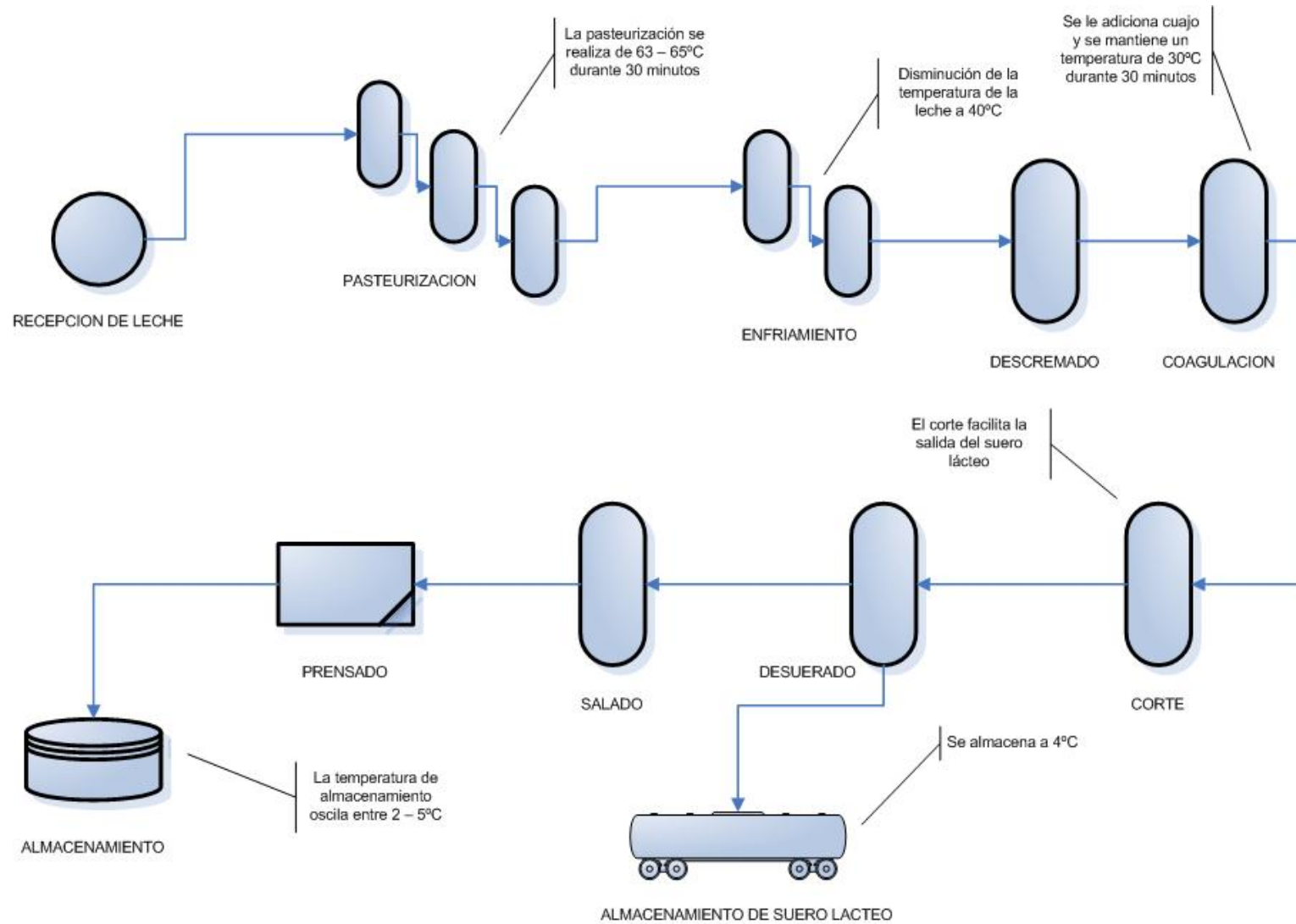


Figura 2.6 Diagrama General Proceso de Elaboración de Quesos

3. Descremado

Las plantas artesanales realizan el descremado o desnatado de la leche inmediatamente después del acopio, para obtener crema y reducir los niveles de grasa de la leche. Algunas plantas procesan la leche íntegra (sin descremar) en pequeñas cantidades.



Fuente: Universidad Católica de Uruguay, (2004)

Figura 2.7 Descremado

4. Coagulación

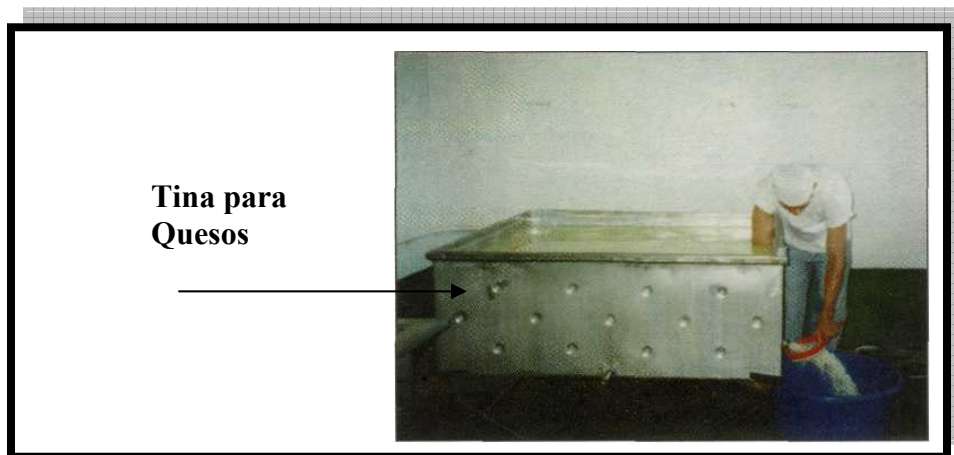
La leche, pasteurizada, desnatada o íntegra, se vierte directo en los tanques mezcladores donde se le adiciona el cuajo, ácido, colorantes u otros agentes que pueden acelerar la fermentación, dando inicio a la coagulación o cuajado.

El proceso de coagulación se realiza en los tanques mezcladores en estado de reposo con temperatura controlada (en las plantas semindustriales) o ambiente cálido (en las plantas artesanales). Esta acción se lleva a cabo en un período de 10 a 30 minutos y a 30 – 35°C. Al agriarse (acidificarse) la leche, ya sea por la acción de las bacterias del ácido láctico (bacterias lácticas) o por la acción de algún agente fermentador (cuajo), ocasiona la separación de uno de los constituyentes de la leche: las proteínas (llamada caseínas) del suero.

La caseína constituye la principal proteína de la leche, la cual es responsable de la apariencia de sólido de la misma durante el cuajamiento y base del queso.

5. Corte y Desuerado

Después de la coagulación se procede al corte de la cuajada, para facilitar la salida del suero, luego se extrae el suero para evitar que la cuajada se acidifique demasiado y controlar el ritmo de maduración.



Fuente: Universidad Católica de Uruguay, (2004)

Figura 2.8 **Desuerado**

6. Salado

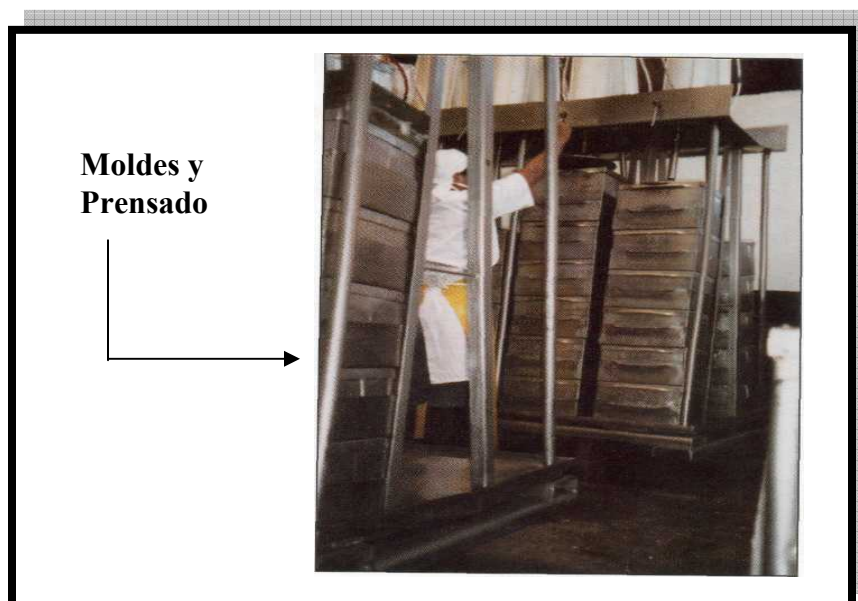
Después del desuerado es conveniente añadirle la sal, que también contribuye a la preservación del queso y a su curación. Dependiendo del producto final la sal se agrega en otras etapas.

Existen diferentes métodos para la aplicación de la sal, dependiendo del tipo de queso que se desea producir. Los métodos más recomendados son:

- Salado de la cuajada escurrida, que consiste en añadir la sal en la tina cuando el suero ha sido drenado o separado (Queso mozzarella).
- Salado de los quesos en salmuera, que consiste en sumergir en salmuera a los quesos.
- Salado seco de los quesos, que consiste en espolvorear sal sólida sobre la superficie del queso.
- Salado de cuajada en salmuera.
- Salado combinado, que consiste en una combinación de diferentes métodos.

7. Moldeado y prensado

Con el fin de dar textura y forma al queso una vez salado, se coloca entoldes según el tamaño deseado. Si se desea obtener un queso de textura firme (duro), ha de prensarse durante horas o incluso semanas. Al sacarlos se pueden frotar con sal o lavarlo con agua salada.



Fuente: Universidad Católica de Uruguay, (2004)

Figura 2.9 Prensado de Queso

8. Maduración

La maduración o afinado, se caracteriza por varias transformaciones bioquímicas que mejoran el aroma, sabor, la textura e incluso el aspecto del queso. Esta fase dura entre 5 semanas y 3 meses. Los procedimientos para la maduración son distintos para cada variedad de queso.

9. Almacenamiento

Finalmente el queso es embalado y almacenado en cámaras frías (2 – 5°C), en algunos casos espera al aire libre, para posteriormente ser enviado al mercado.



Fuente: Universidad Católica de Uruguay, (2004)

Figura 2.10 Almacenamiento de quesos

3.0 TECNOLOGIA PARA EL PROCESAMIENTO DEL SUERO LACTEO

El Suero de leche Microfiltrado y concentrado es conocido como “Proteína de Suero” y tiene un alto contenido de proteínas (75% Min.) con gran valor biológico. Se utiliza para consumo humano, en la alimentación de recién nacidos que presentan mala digestión o para enriquecer su dieta, en complementos geriátricos y mayormente en la dieta de los deportistas.

Este suero se procesa solo en algunos países desarrollados y se logra mediante la aplicación de estándares de calidad y procedimientos de manufactura con tecnología de vanguardia. El Suero de leche concentrado y microfiltrado logra ser superior en valor biológico y poder alimenticio a cualquier otro complemento proteínico de origen animal o vegetal para deportistas.

3.1 Nuevos productos a partir de Suero Lácteo (Hanno-R Lehmann, 2003)

Entre los alimentos tradicionales existe el suero lácteo, que puede ser bebido, proveniente de la elaboración de los quesos. Estos productos requieren generalmente instalaciones de proceso simples y así, en sus versiones tradicionales, pueden ser convenientes para los procesadores pequeños del suero que proveen sobre todo mercados municipales o la microempresa.

Sin embargo, ni los quesos del suero ni las bebidas del suero (con algunas excepciones) han sido particularmente aceptadas a escala grande. Estos productos descritos a continuación son considerados las alternativas para la reutilización del Suero lácteo.

Además puede ser utilizado en la preparación de helados. Los helados son productos resultantes de congelar una mezcla debidamente pasteurizada y homogeneizada de diversos productos con agua; debido a las características de la proteína del concentrado proteico es muy factible la elaboración de ciertos productos que requieran de una estabilidad a pH bajos y cierta viscosidad, tal es el caso de los helados con sabores a frutas tropicales ácidas. Se define al helado

como un producto congelado hecho de azúcar, agua, fruta, ácido, color, saborizantes, leche entera, leche condensada o mezcla para helados.

Los helados pueden ser saborizados con productos naturales o artificiales, dentro de los cuales los sabores ácidos como los cítricos son populares. Los helados de cítricos deben contener por lo menos un 2% de fruta, mientras que otras frutas deberían tener por lo menos un 10%. El mismo autor recomienda que del total de azúcar, el cual varía entre 24-35%, la sacarosa sea reemplazada en un 20-25% por dextrosa para mejorar las cremosidad del producto congelado. También recomienda que se usen gomas viscosas, como las elaboradas con base de gelatina, para evitar que se precipite el estabilizador.

Un buen helado, puede ser elaborado con 4-5% de sólidos provenientes del **suero**. Estos helados poseen cuerpo y textura suave y son más refrescantes que los helados hechos a base de sólidos de la leche o mezcla para helados. Esto se debe a las características de la proteína del suero que tienden a aportar cremosidad al producto. El aprovechamiento del lactosuero eleva la rentabilidad de la operación de los queseros. Una de las operaciones más sencillas consiste en hacer bebidas refrescantes a partir de ella por dilución del agua y la saborización de la mezcla.

El suero en polvo es producido a partir del suero dulce de la fabricación de quesos, el cual ha sido sometido a un proceso de pasteurización, evaporación, cristalización y secado por atomización, permitiendo con ello extraer parcialmente el agua y a la vez mantener todos los otros constituyentes en la misma proporción relativa contenida en el suero dulce. Se obtiene un polvo color amarillo suave y uniforme, no higroscópico y prácticamente libre de partículas quemadas visibles con olor y sabor característico. (Van der Shans, 2002).

3.2 Técnicas de separación y reutilización de suero lácteo.

Entre las primeras técnicas creadas para llevar a cabo la desmineralización del suero lácteo están principalmente: la electrodiálisis, el intercambio iónico y la desmineralización del suero.

Las cuales aumentan o reducen el contenido de minerales del suero lácteo según sean los requerimientos del producto a obtener.

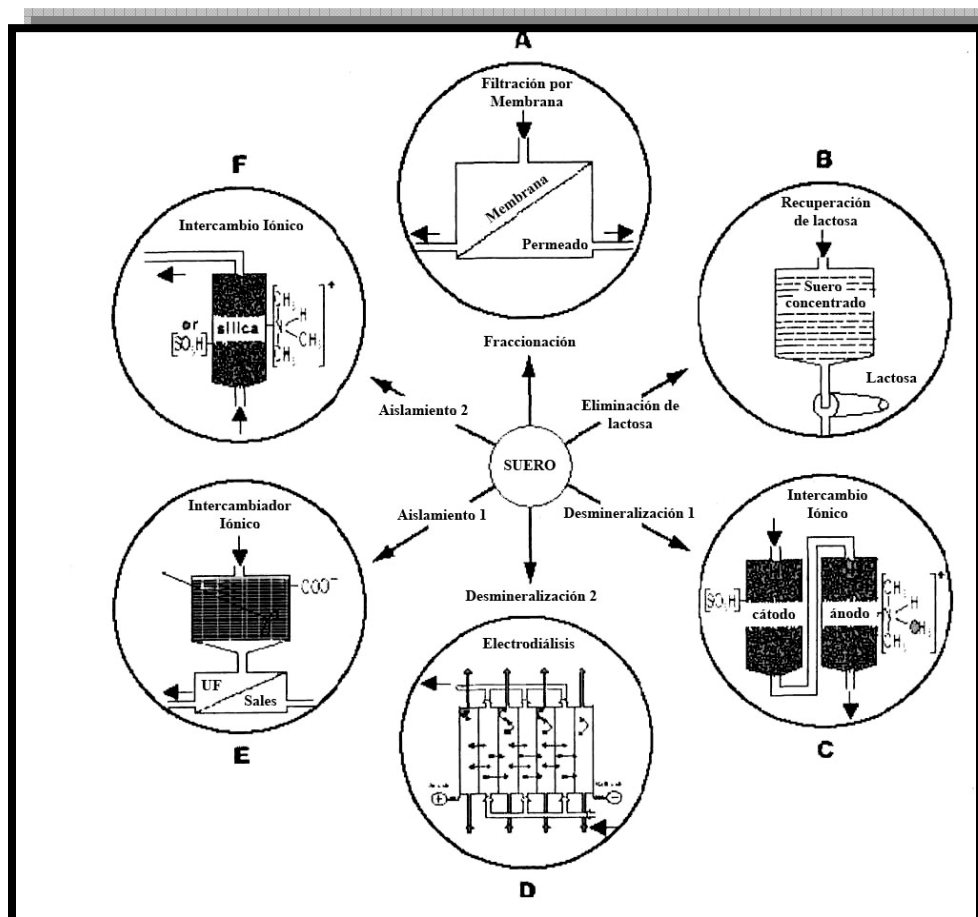
Las técnicas que existen actualmente, con la utilización de membranas semipermeables, cubren un mayor intervalo de tamaños de separación, igualado solo por los procesos de separación centrífuga. La microfiltración (MF), la ultrafiltración (UF), la nanofiltración (NF), la ósmosis inversa (OI), la diálisis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

3.2.1 Desmineralización del suero

Los WPC, de sus siglas en inglés Whey Protein Concentrate (Proteína de Suero Concentrado), para alimentos se hace normalmente del suero delactosado (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 incrementado 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, 2002).

3.2.2 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. El licor madre entra primero al cambiador catiónico, cargado con una resina de iones H^+ . El pH del suero disminuye hasta $pH \sim 1.5$, porque los cationes del suero son intercambiados por H^+ . (Van der Schans, 2002)



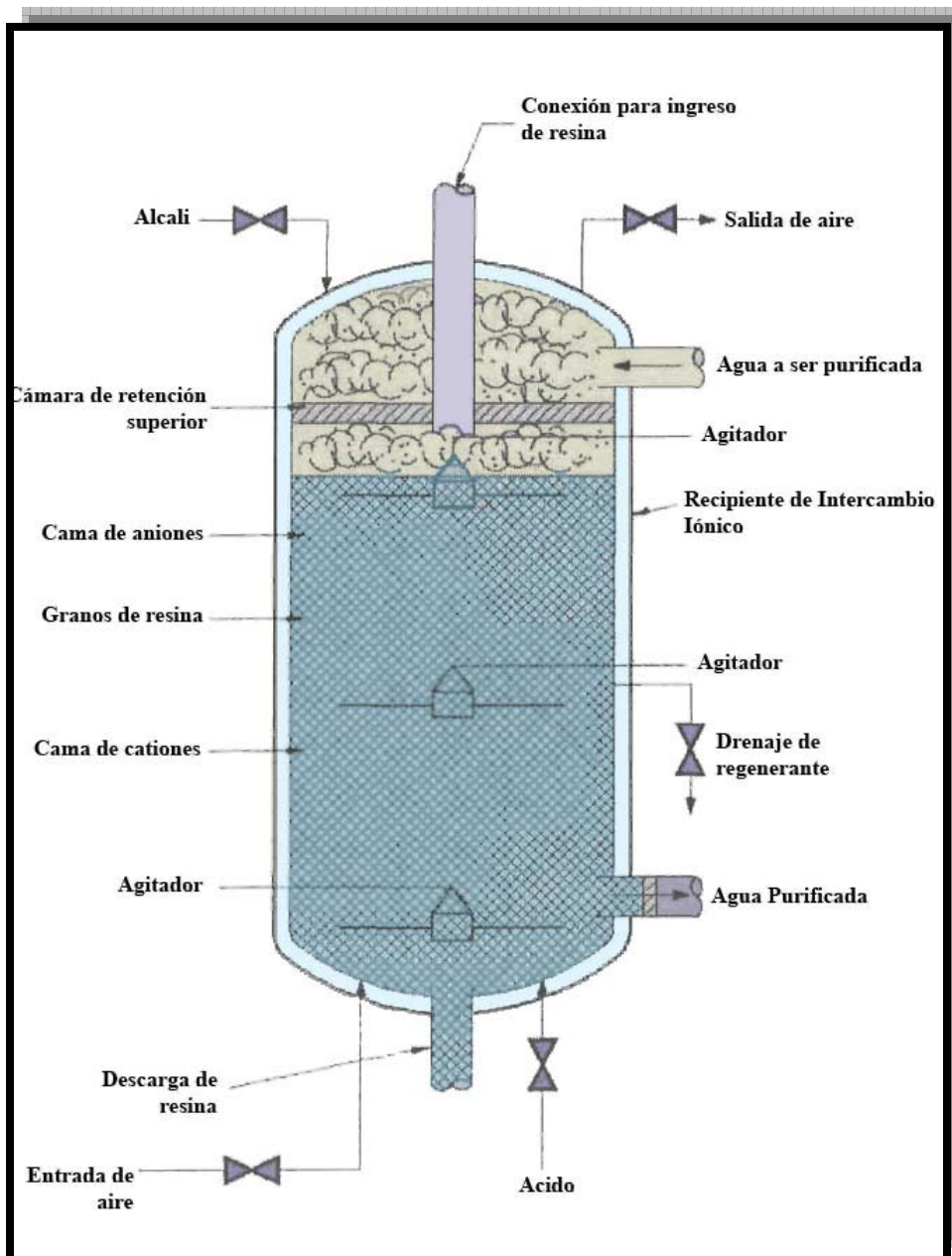
Fuente: Van der Schans, (2002)

Figura 3.1 Procesos para la recuperación de los componentes del suero

Este suero ácido continúa al cambiador de anión básico donde los aniones se intercambian por 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 $pH = 8$. (ver figura 3.2)

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 costes de producción. Esto puede ser solucionado usando un intercambiador de resina, que hace posible la regeneración, y también un proceso continuo (Van der Schans, 2002).



Fuente: Van der Schans, (2002)

Figura 3.2 Vista esquemática del intercambiador iónico con aplicación al suero lácteo

Con intercambio iónico una reducción del contenido de sal de más del 90% puede ser obtenida (que es necesario para los productos infantiles). Niveles más bajos de desmineralización pueden ser obtenidos para otros usos. 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). Hasta ahora el intercambio iónico (resina) tiene muchas desventajas, pero esto es para nuevos procesos.

3.2.3 Electrodiálisis (membrana bipolar)

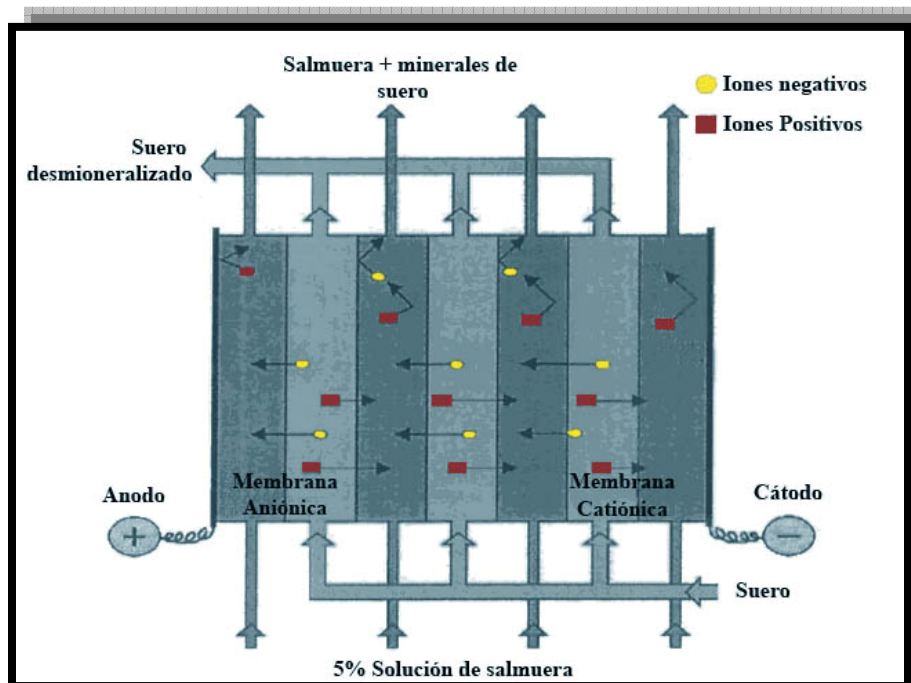
Aunque la electrodiálisis es un procedimiento de separación con membrana, es diferente de otros procesos tales como ultrafiltración, ósmosis inversa, nanofiltración, etc., porque no separa según el tamaño de las partículas, sino por sus cargas eléctricas. Una de las ventajas más grandes de la electrodiálisis comparada con el intercambio iónico son los costes. La electrodiálisis es mucho más barata. La figura 3.3 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 1 milímetro (Van der Schans, 2002).

Los iones negativos pueden pasar a través de la membrana del anión (cargada positivamente), pero son detenidos por la membrana del catión (cargada negativamente) (figura 3.3 y 3.4). 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 3.3 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.

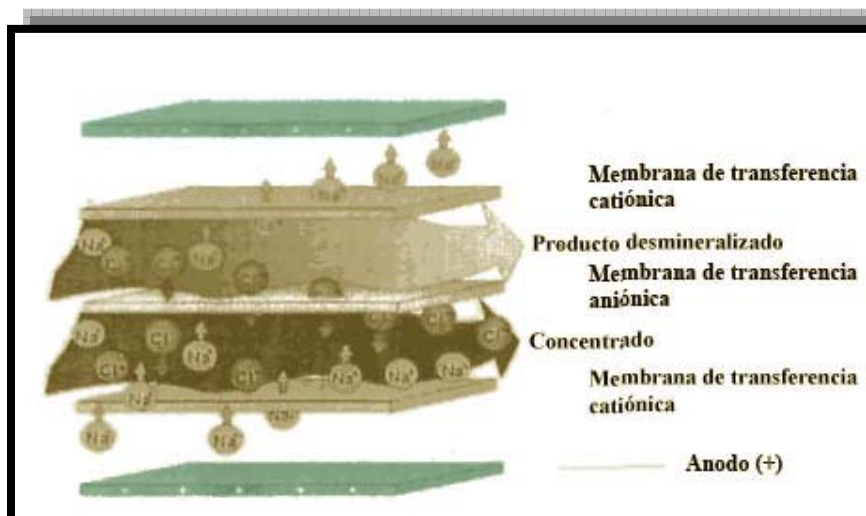
Los cationes cargados doblemente por ejemplo Ca^{2+} y Mg^{2+} , estos limitados principalmente a las proteínas del suero y a los iones negativamente cargados del fosfato son eliminados parcialmente. Se puede concluir que el suero, desmineralizado por la electrodiálisis

contiene más calcio, magnesio y fósforo que el suero que es desmineralizado por intercambio iónico.



Fuente: Van der Schans, (2002)

Figura 3.3 Principio de la desmineralización con electrodiálisis para uso con suero lácteo



Fuente: Van der Schans, (2002)

Figura 3.4 Vista esquemática de una membrana polar para separación de suero lácteo

Los productos obtenidos por desmineralización del suero por intercambio iónico y electrodiálisis se comparan en la tabla 3.1 (Van der Schans, 2002).

Cuadro 3.1 Composición de varios tipos de suero en polvo del queso (SP²) y de leche descremada en polvo (LDP³)

Componentes (peso %)	Sp	Sp Desmineralizado		Sp de lactosado desmineralizado		LDP
		(ED)*	(II)*	(ED)*	(II)*	
Lactosa	73	77	80	47	47	49
Proteínas Totales	13	14.5	13	38	45	37
Lípidos	1	1	1	1.5	2	1
Minerales (ceniza)	8	4.5	1	8.5	2.5	8
Humedad	3	3	3	4	3	4
Calcio	0.6	0.5	0.05	0.5	0.2	1.2
Magnesio	0.2	0.1	0.02	0.1	0.05	0.1
Fósforo	0.6	0.5	0.15	0.5	0.4	0.9

(ED)*: Electrodiálisis; (II)*: Intercambio Iónico

Fuente: Van der Schans (2002)

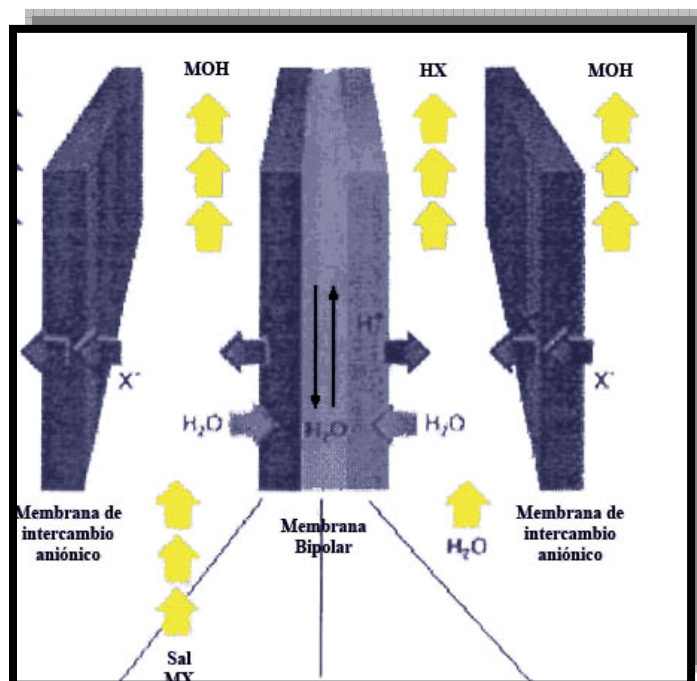
Recientemente, la electro-diálisis de membrana bipolar (BMED) se ha aplicado en el sector del alimento. Las membranas bipolares realizan la disociación del agua en la presencia de un campo eléctrico. Estas membranas se componen de tres porciones: una capa de intercambio aniónico, una capa de intercambio catiónico, y una interfaz hidrofílica (figura 3.5).

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 también para desmineralizar el suero.

² Suero en Polvo

³ Leche Descremada en Polvo

Un buen control de la BMED es posible, pero los productos deben tener una baja viscosidad para circular fácilmente en la celda de la electrodiálisis. La desventaja principal es que la membrana se ensucia y se bloquea. (Van der Schans, 2002)



Fuente: Van der Schans, (2002)

Figura 3.5 Vista esquemática de la membrana bipolar para uso con suero lácteo

3.2.4 Filtración del suero por membrana

La aplicación de las tecnologías de membranas 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.

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 Ósmosis Inversa (OI).

Los motivos expresados por los profesionales del sector para la utilización de esta tecnología en la industria alimenticia son fundamentalmente:

- a) mejora de la calidad de los productos (nutricional, bacteriológica y funcional)
- b) reducción de los costes de producción, aumento del rendimiento, automatización de los procesos, flexibilidad
- c) nuevos productos y solución a los problemas medioambientales.

3.2.4.1 Definición de membrana

Una membrana se puede considerar que es 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 la membrana se realiza siempre aplicando una fuerza impulsora. Esta fuerza impulsora puede ser debida a gradientes de concentración, presión, temperatura o potencial eléctrico.

La permeabilidad selectiva viene determinada por la medida de la partícula, 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.

3.2.4.2 Membranas y materiales

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.

Una de ellas puede ser la naturaleza de la membrana: *orgánica e inorgánica*. Estos dos tipos de membranas son muy diferentes en estructura y funcionalidad. Las membranas sintéticas orgánicas están formadas de materiales poliméricos, sus propiedades dependen de las propiedades del polímero. Y las membranas inorgánicas están formadas por materiales arcillosos, zeolitas, óxidos de aluminio, etc.

Otra clasificación puede ser según la porosidad de la membrana:

- a) *Membrana porosa*. Formada por poros que pueden ir desde 5 nm hasta alguna micra. Éste es el fundamento de la microfiltración y la ultrafiltración.
- b) *Membrana microporosa*. 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.
- c) *Membrana no porosa*. Membrana con poros de tamaño inferior a 1 nm de diámetro.

3.2.4.3 Operaciones y equipos

En todo el proceso de membrana, existen tres corrientes (ver figura 3.6):

1) *Alimento*

Disolución que se quiere tratar.

2) *Permeado*

Corriente que es capaz de pasar a través de la membrana. Está constituido por el solvente y algunos solutos. Es rico en sustancias con tendencia a atravesar la membrana.

3) *Retenido o concentrado*

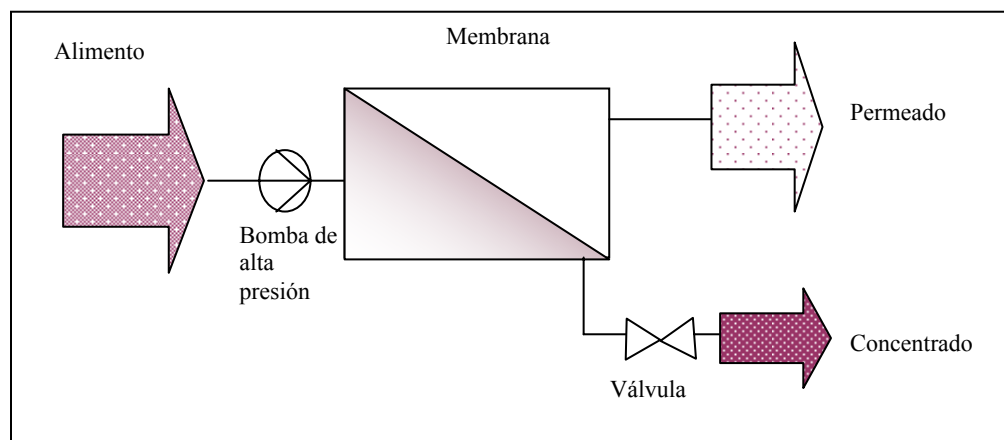
Corriente que no ha pasado a través de la membrana. Ha perdido parte de la disolución del alimento y, por tanto, aumenta la concentración de sustancias que no pueden atravesar la membrana.

La corriente de interés del proceso puede ser el permeado, el retenido o ambos, dependiendo del objetivo de la separación:

- i. *Concentración.* El componente deseado se encuentra en concentración baja en la corriente del alimento y es el disolvente (permeado) el que se elimina con el fin de aumentar el componente que se quiere concentrar.
- ii. *Purificación.* Las impurezas o los componentes no deseados se eliminan en la corriente de permeado o en el retenido.
- iii. *Fraccionamiento.* Cuando una mezcla se separa en dos o más componentes deseados.

Si el objetivo del proceso es concentrar, la corriente de interés es el retenido o 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 -el retenido y el permeado a la vez- pueden ser de interés.

La separación se realiza gracias a la facilidad que tiene la membrana de transportar un componente de las fases a través de la membrana. El transporte a través de la membrana se efectúa por la acción de una fuerza impulsora. En el esquema siguiente, se representa el proceso general de separación por membranas, en el que se distinguen las tres corrientes. El alimento es separado en una corriente más concentrada o retenido y en una corriente menos concentrada o permeado.



Fuente: Reventos, (2003)

Figura 3.6 Representación esquemática de un proceso de separación por membrana

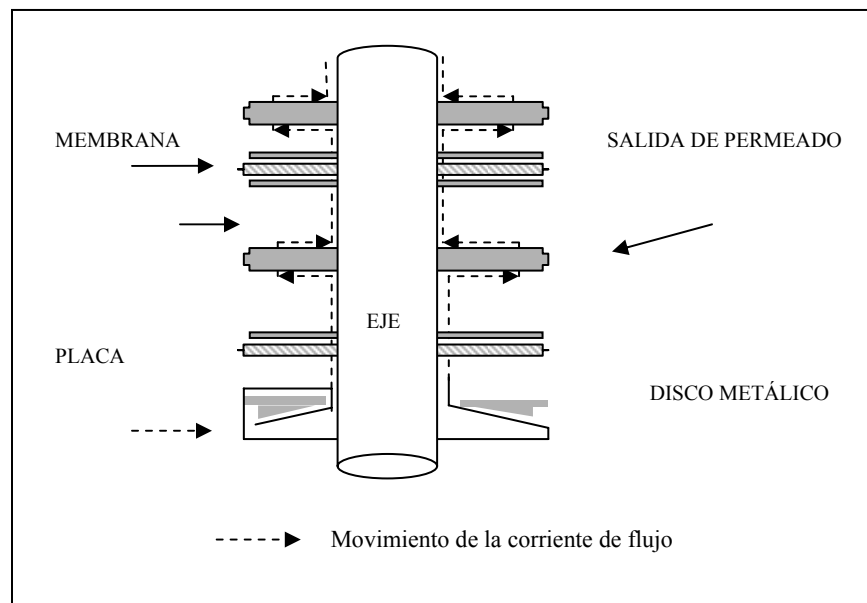
3.2.4.4 Modelos con membranas orgánicas

a) Planos

Consisten en una serie de membranas dispuestas horizontal 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 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 $100\text{-}300\text{ m}^2/\text{m}^3$. 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.

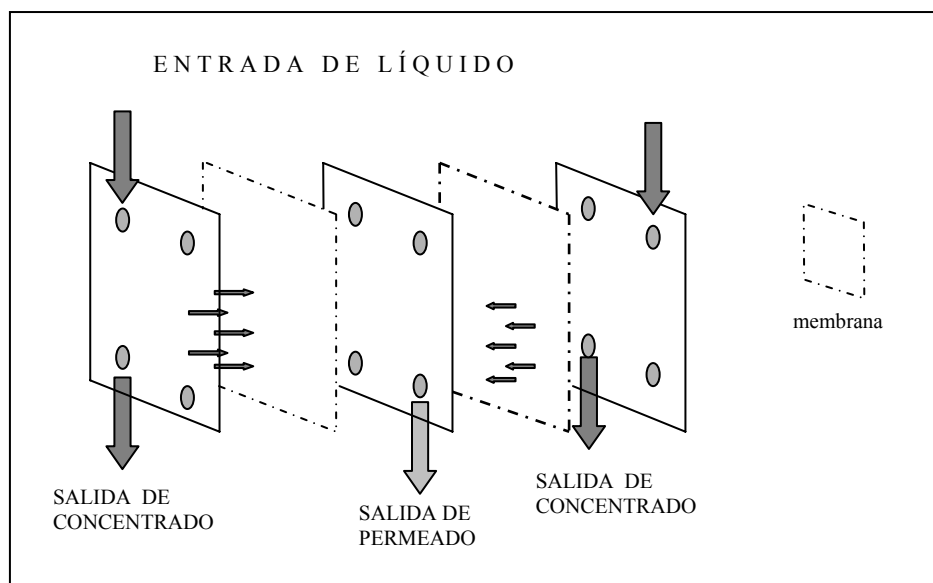
b) Tubulares

Las membranas se encuentran en el interior de 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. Las membranas se colocan en paralelo o en serie dentro del módulo.



Fuente: Reventos, (2003)

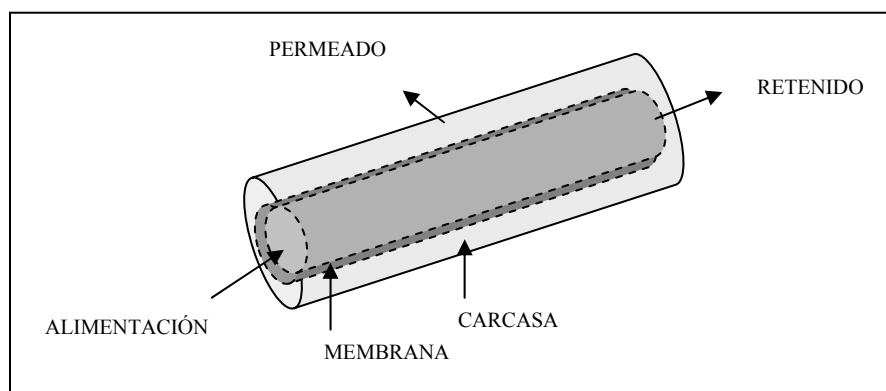
Figura 3.7 Módulo plano de disco DDS de uso em industria alimenticia



Fuente: Reventos, (2003).

Figura 3.8 Módulo plano de placas y marcos de uso en industria alimenticia

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 pasa a través de la membrana y es recogido en el exterior del módulo. La velocidad de circulación de la solución es del orden de 6 m/s (régimen turbulento). La relación S/V es baja, entre 25-100 m²/m³, y exige más superficie de instalación y mayor coste de inversión y mantenimiento. Su configuración es sencilla y se puede utilizar en MF, UF, diálisis y concentración alimenticia por OI.



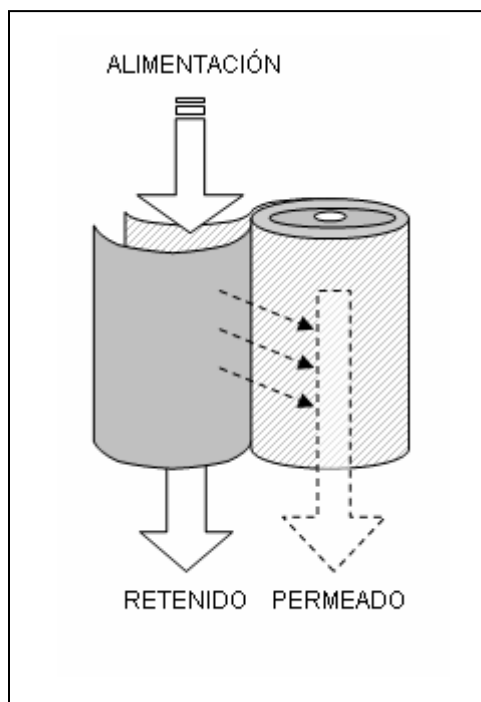
Fuente: Reventos, (2003)

Figura 3.9 **Módulo tubular de uso en industria alimenticia**

c) **Cartucho en espiral**

Las 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.

No representan un coste de inversión ni de mantenimiento elevado, ya que sus elementos de membrana se pueden recuperar y ser utilizados nuevamente para configurar nuevas membranas.



Fuente: Reventos, (2003)

Figura 3.10 **Módulo de membrana en espiral de uso en industria alimenticia**

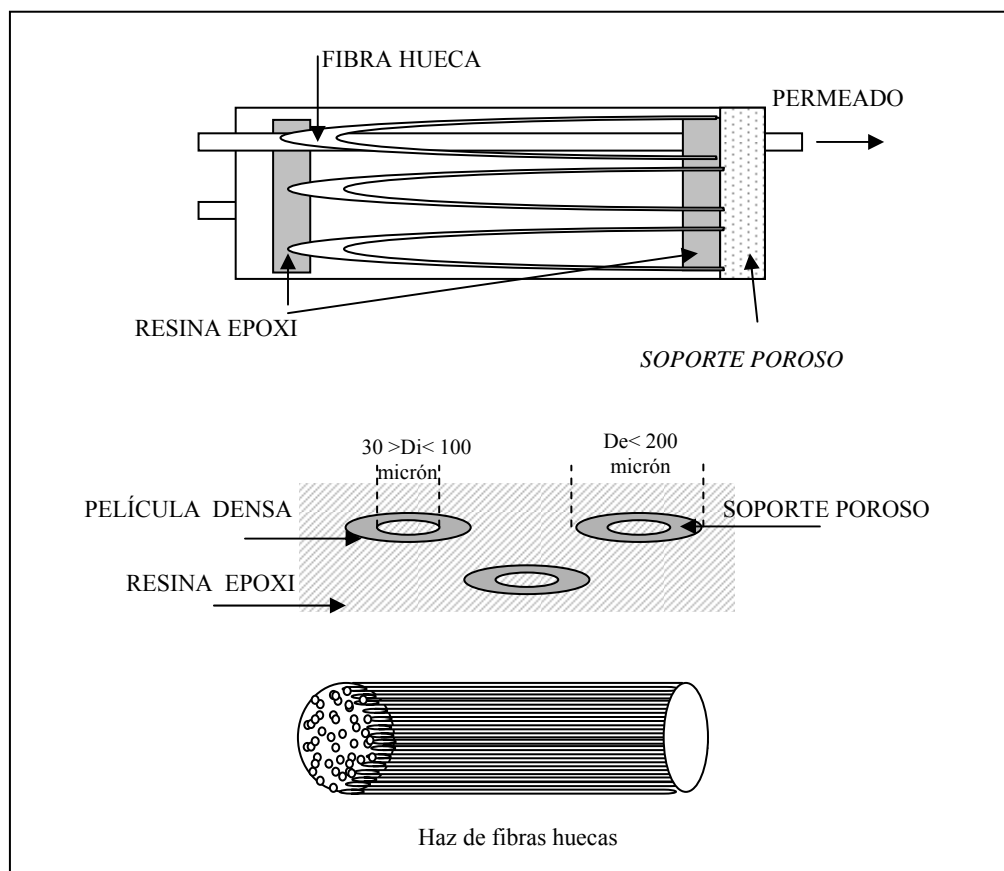
d) De fibra hueca

Formados por un haz de fibras huecas asimétricas, de diámetro interior de 40 μm y diámetro exterior de 85 μm , aproximadamente. Las fibras actúan como auto soporte 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.

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 pre-tratamiento riguroso. Su uso está decreciendo.



Fuente: Reventos, (2003)

Figura 3.11 Características y configuración de un módulo de fibras huecas. (Di es el diámetro interior; De es el diámetro exterior)

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 un cuadro comparativo de diferentes características de los tipos de membranas orgánicas descritas anteriormente.

Cuadro 3.2 Evaluación de diferentes características para los tipos de membrana orgánica de aplicación en industria alimenticia

Características	Tubular	Plano	En espiral	Fibras vacías
Superficie de membrana (m^2/m^3)	25-100	200-500	500-2,000	1,500-6,000
Flujo (m^3/m^2 día)	0.3-1	0.3-1	0.3-1	0.004-0.1
Perdida 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
Coste	elevado	elevado	bajo	bajo
Aplicación	UF, diálisis, MF, OI	UF, OI	UF, OI, NF	UF, OI, diálisis.

Fuente: Reventos, (2003)

3.2.4.5 Modelos con membranas inorgánicas

a) Membranas cerámicas

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 allí 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. Soporte más frecuentes: Al_2O_3 , Capa separadora: TiO_2 , ZrO_2 , Al_2O_3 . A disposición quedan límites de separación hasta menos 0.9 nm (Nanofiltración). Precio de por lo menos 1000 EUR / m^2 .

b) 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, ZrO_2 o SiC (Carburo silicio). Se usan en Micro- y Ultrafiltración. 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 μm . Precio de la membrana 2000 EUR / m^2 .

c) 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.

La sustancia básica para la elaboración de membranas de vidrio en forma capilar, es la combinación dióxido de silicio, óxido de sodio y óxido de boro, conocidos también de los vidrios de ensayo, que se usan en los laboratorios.

d) Membranas zeolíticas

Lo mismo que las membranas de vidrio, las membranas zeolitas demuestran ventajas similares. Pero éstas son claramente más baratas de elaborar. El tamaño de sus poros está en el campo de los *Ángstrom*. De ahí que sean empleadas por ejemplo para el saneamiento de disolventes (Pervaporación).

e) Membranas de metal

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 ó 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 5mm. 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 difícil.

4.0 METODOLOGIA PARA LA REALIZACION DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL USO DEL SUERO LACTEO

Para responder a los objetivos de la investigación se define el planteamiento del problema, fijando la población objetivo del mismo, la cobertura geográfica, el tamaño de la muestra y los parámetros metodológicos necesarios para el desarrollo de la investigación.

En el desarrollo de este capítulo se presenta el diseño metodológico de la investigación, los resultados del instrumento de medición y la interpretación de los análisis químicos que determinaran la calidad de suero lácteo generado en la población en estudio.

4.1 Definición de parámetros

i) Población objetivo.

El estudio se realizará en las empresas lácteas de El Salvador que tengan como residuo, de su proceso de producción, suero lácteo.

ii) Cobertura geográfica

La cobertura geográfica de la encuesta será en las empresas lácteas a nivel nacional que tengan la disponibilidad de procesar el suero lácteo generado como residuo en su proceso de producción.

iii) Selección del Tamaño de la Muestra.

La información que define la población, está tomada de los registros de la División Nacional de estadísticas y Censos de El Salvador (DIGESTYC) en el año 2003; a partir de la cual se define el marco muestral del estudio que se presenta en el cuadro 4.1, en donde la población en estudio esta clasificada por tamaño de empresa.

Cuadro 4.1 Empresas Lácteas en El Salvador. Según Registros de la Dirección General de Estadísticas y Censos

Empresas	Cantidad de empleados	Clasificación
LACTEOS MORAZAN	9	Pequeña
CANVI, S.A. DE C.V.	29	Mediana
LACTEOS Y PANADERIA MORENO	9	Pequeña
LACTEOS SAN LUIS ISLA	7	Pequeña
LUIS TORRES Y CIA (PETACONES)	160	Grande
HELADOS RIO SOTO, S.A. DE C.V.	205	Grande
LACTEOS DEL CORRAL	264	Grande
AGROPECUARIA LA LAGUNA, S.A. DE C.V.	39	Mediana
LACME	18	Mediana
COOPERATIVA GANADERA DE SONSONATE DE RL.	422	Grande
FRUTALETAS, S.A. DE C.V.	72	Grande
SAVONA, S.A. DE C.V.	216	Grande
LACTEOS DE METAPAN	20	Mediana
AGROSANIA S.A DE C.V (SAN JULIÁN)	280	Grande
HELADOS ITALIANOS, S.A. DE C.V.	15	Pequeña
HELADOS SIBERIANOS	15	Pequeña
SUPER HELADOS CREMOSA, S.A. DE C.V.	22	Pequeña
EMPRESAS LACTEAS FOREMOST , S.A. DE C.V.	243	Grande
HELADOS POPS	184	Grande
INDUSTRIAS LACTEAS AEROLAC	4	Pequeña
EDIPROC	20	Mediana
PRODUCTOS LACTEOS LOS PINOS	5	Pequeña
MAPRIVA, S.A. DE C.V.	2	Pequeña
INDUSTRIAS LACTEAS SAN JOSE, S.A. DE C.V.	36	Mediana
FABRICA DE PALETAS LA ORIGINAL	12	Mediana
PRODUCTOS MELOW	47	Mediana
INDUSTRIAS SANCHEZ ESCOBAR, S.A. DE C.V.	5	Pequeña

Fuente: DIGESTYC, (2003)

4.2 Metodología de Trabajo

4.2.1 Definición del tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se definirá a partir de tres criterios fundamentales que deben de cumplir las empresas seleccionadas, los cuales nos determinarán las características que debe de tener la empresa láctea sobre la cual se desarrollara el estudio.

Los criterios son los siguientes:

- a. Las empresas lácteas seleccionadas para el estudio deben de estar clasificadas como Mediana o Grande.
- b. La empresa láctea debe de producir queso dentro de su proceso productivo.
- c. Las empresas lácteas deben de tener capacidad económica y disponibilidad para invertir en el desarrollo de nuevas tecnologías amigables con el medio ambiente.

La población total del estudio se presenta en el cuadro 4.1 la cual presenta la cantidad de empresas lácteas de El Salvador, las cuales se encuentran clasificadas como empresas pequeñas, grandes o medianas según la cantidad de empleados que tenga cada una de ellas.

4.2.2 Recolección de información

La recolección de datos contiene dos etapas:

1. La selección de un instrumento de medición.
2. Aplicación del instrumento de recolección de datos.

Los métodos de recolección de datos más utilizados son la comunicación y la observación. En investigaciones concluyentes, donde la fuente de datos son los encuestados, el diseño de la investigación requiere un método estructurado de recolección de datos.

Para este caso se utilizará una encuesta como fuente de recolección de datos; la encuesta es de tipo estructurado con preguntas cerradas. Esta encuesta esta dirigida a las empresas lácteas que elaboran queso y generan suero lácteo en El Salvador. El método de recolección que se utilizará en esta investigación consiste en una entrevista personal con ejecutivos de cada una de las empresas seleccionadas los cuales conozcan el proceso productivo de cada empresa y tengan la capacidad de decidir en la implementación de nuevas tecnologías para el desarrollo de nuevos productos a partir de un sub-producto generado dentro de su misma empresa.

La encuesta presenta la siguiente estructura:

- A. Información general de la empresa.
- B. Volúmenes de producción mensual
- C. Disposición final de los desechos.
- D. Aplicación de nuevas tecnologías.

El modelo del instrumento de recopilación de información o encuesta se encuentra en el Anexo IV de este documento.

4.3 Aplicación de Criterios para la selección de la muestra

La muestra se seleccionará en base a los siguientes criterios:

- A. Empresas lácteas que se encuentren clasificadas como empresas Grande y/o Mediana:** El estudio se realizará en empresas grandes y/o medianas, ya que el volumen generado de suero lácteo por estas empresas, es el que causa mayor impacto ambiental en

El Salvador, y además el volumen generado debe de ser el necesario para desarrollar productos a base de suero. Aplicando este criterio, el tamaño de la muestra se reduce de 23 a 17 empresas lácteas, las que se presenta en el cuadro 4.2

Cuadro 4.2 Empresas lácteas de El Salvador clasificadas entre grande y mediana Empresa

Empresas	Cantidad de empleados	Clasificación
CANVI, S.A. DE C.V.	29	Mediana
HELADOS RIO SOTO, S.A. DE C.V.	205	Grande
LACTEOS DEL CORRAL	264	Grande
AGROPECUARIA LA LAGUNA, S.A. DE C.V.	39	Mediana
LACME	18	Mediana
COOPERATIVA GANADERA DE SONSONATE DE RL.	422	Grande
FRUTALETAS, S.A. DE C.V.	72	Grande
SAVONA, S.A. DE C.V.	216	Grande
LACTEOS DE METAPAN	20	Mediana
AGROSANIA S.A DE C.V (SAN JULIÁN)	280	Grande
EMPRESAS LACTEAS FOREMOST , S.A. DE C.V.	243	Grande
HELADOS POPS	184	Grande
EDIPROC	20	Mediana
INDUSTRIAS LACTEAS SAN JOSE, S.A. DE C.V.	36	Mediana
FABRICA DE PALETAS LA ORIGINAL	12	Mediana
PRODUCTOS MELOW	47	Mediana
LUIS TORRES Y CIA (PETACONES)	160	Grande

Fuente: DIGESTYC, (2003)

B. Empresas lácteas en la que uno de sus productos a elaborar sea queso: El estudio se realizará en empresas en las que se produce queso, ya que en la elaboración de este producto es en donde se genera suero lácteo como subproducto. De las 17 empresas clasificadas anteriormente como grandes y/o medianas, se seleccionaran para realizar el

estudio; aquellas en cuyo proceso de producción se elabore queso. Considerando este criterio, de las 17 empresas se reducen a 10 empresas lácteas, que son clasificadas como grandes y/o medianas y a la vez elaboran queso dentro de su proceso productivo. Las cuales se presentan en el siguiente cuadro 4.3

Cuadro 4.3 Empresas Lácteas en El Salvador que Producen queso y derivados

Empresas	Elaboración de queso
CANVI, S.A. DE C.V.	Si
HELADOS RIO SOTO, S.A. DE C.V.	No
LACTEOS DEL CORRAL	Si
AGROPECUARIA LA LAGUNA, S.A. DE C.V.	Si
LACME	Si
COOPERATIVA GANADERA DE SONSONATE DE RL.	Si
FRUTALETAS, S.A. DE C.V.	No
SAVONA, S.A. DE C.V.	No
LACTEOS DE METAPAN	Si
AGROSANIA S.A DE C.V (SAN JULIÁN)	Si
EMPRESAS LACTEAS FOREMOST , S.A. DE C.V.	Si
HELADOS POPS	No
EDIPROC	No
INDUSTRIAS LACTEAS SAN JOSE, S.A. DE C.V.	Si
FABRICA DE PALETAS LA ORIGINAL	No
PRODUCTOS MELOW	No
LUIS TORRES Y CIA (PETACONES)	Si

Fuente: DIGESTYC, (2003)

C. Empresas lácteas que tengan la capacidad económica y la disponibilidad de innovar productos y desarrollar tecnología.

Las empresas seleccionadas, en las que se elaboran queso, están clasificadas como empresas Grandes y/o Medianas, es necesario seleccionar aquellas que tienen la disponibilidad de innovar productos y desarrollar tecnología; para alcanzar los objetivos del estudio.

En el cuadro 4.4 se presentan las empresas lácteas que cumplen con los criterios establecidos; estas empresas constituyen la muestra del estudio sobre las cuales se pasará el instrumento de medición para obtener así la información necesaria para desarrollar el estudio.

Cuadro 4.4 Empresas Lácteas en El Salvador que constituyen el tamaño muestral del estudio

Empresas	Elaboración de queso
CANVI, S.A. DE C.V.	Si
LACTEOS DEL CORRAL (LACTOSA)	Si
AGROPECUARIA LA LAGUNA, S.A. DE C.V.	Si
LACME	Si
COOPERATIVA GANADERA DE SONSONATE DE RL. (SALUD)	Si
LACTEOS DE METAPAN	Si
AGROSANIA S.A DE C.V (SAN JULIÁN)	Si
EMPRESAS LACTEAS FOREMOST , S.A. DE C.V.	Si
INDUSTRIAS LACTEAS SAN JOSE, S.A. DE C.V.	Si
LUIS TORRES Y CIA (PETACONES)	Si

Fuente: DIGESTYC, (2003)

4.4 Resultados del estudio

En el desarrollo del siguiente capítulo se presentan los resultados del instrumento de medición utilizado para la recopilación necesaria del estudio. De donde se observa la necesidad de procesar el suero lácteo residual generado por las industrias lácteas. Es importante considerar la confiabilidad solicitada por las mismas empresas, por lo cual en el momento de presentar los resultados no se colocarán los nombres de las mismas.

Pregunta No. 2.

Número total de empleados dentro de la empresa

Puede verse a que el 50% de las empresas encuestadas poseen entre 26 y 100 empleados, clasificándose como mediana empresa; y el otro 50% posee un rango entre 101 y 1000 empleados, quedando en la categoría económica de empresa grande. (Cuadro 4.5 y Figura 4.1)

Cuadro 4.5 Descripción del número de empleados de las empresas entrevistadas

Numero total de empelados	No. Empresas
De 1 a 25	0
De 26 a 100	3
De 101 a 1000	3
Otros	0

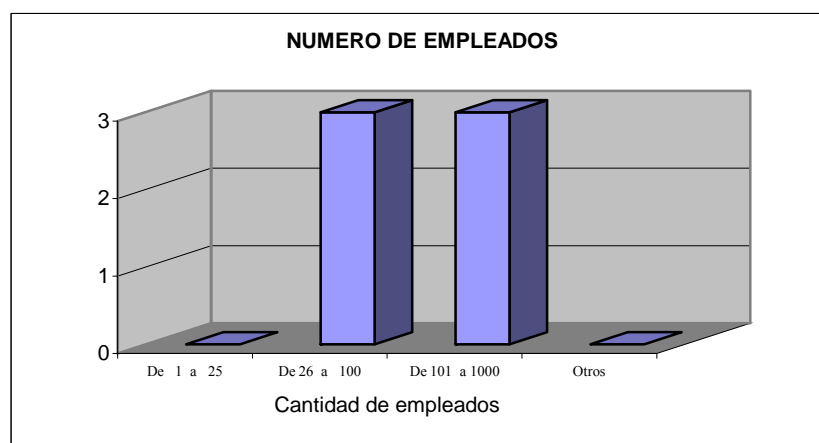


Figura 4.1 Descripción del número de empleados de las empresas entrevistadas

Pregunta No. 3.

¿Cuales son los productos que procesa actualmente dentro de sus instalaciones?

Los productos más comunes dentro del proceso productivo de cada una de las empresas entrevistadas son: la elaboración de queso, crema y leche. Las seis empresas entrevistadas tienen dentro de su proceso la elaboración de queso, cuatro de ellas producen leche pasteurizada y cinco producen crema. (Cuadro 4.6 y Figura 4.2).

Cuadro 4.6 **Productos que se producen dentro de las empresas entrevistadas**

Productos	No. Empresas
Leche Pasteurizada	4
Helados	2
Jugos	2
Cremas	5
Quesos	6
Agua envasada	1
Yogurt	1

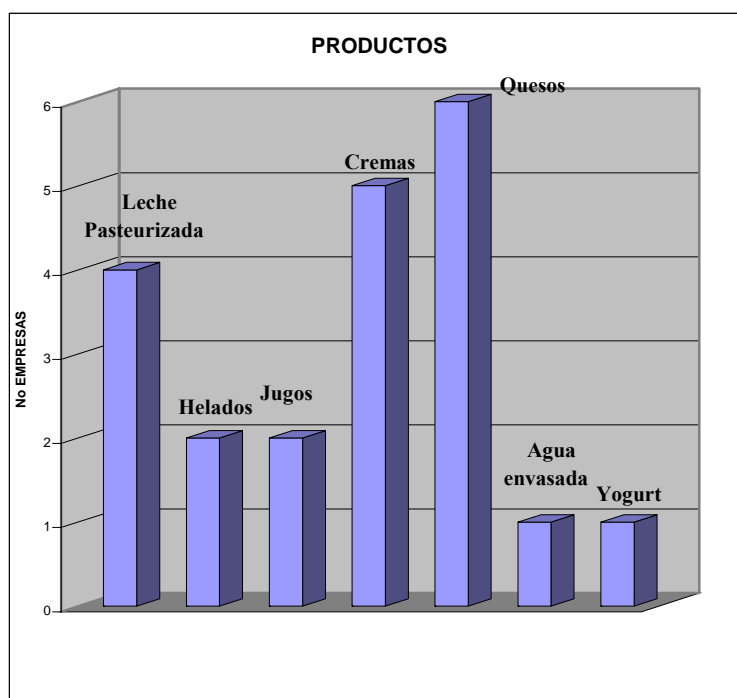


Figura 4.2 **Productos que se producen dentro de las empresas entrevistadas**

Pregunta No. 4.

¿Cuáles son los volúmenes de Producción mensual en productos que generan suero lácteo?

El volumen de Producción de queso correspondiente al 75% de las empresas encuestadas oscila entre 0.5 y 10 Ton. (Cuadro 4.7 y figura 4.3)

Cuadro 4.7 Rangos de Volúmenes de Producción de queso de las empresas entrevistadas

Volúmenes de Producción	No. Empresas
De 0,5 a 10 Ton	5
De 11 a 30 Ton	0
De 30 a 50 Ton	0
Mas de 51 Ton	1

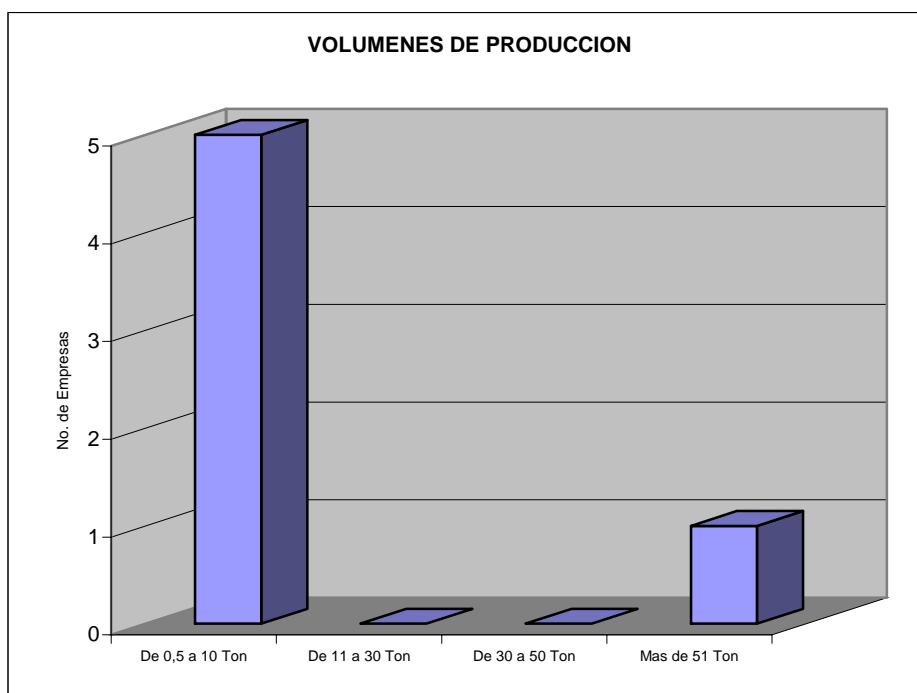


Figura 4.3 Rangos de Volúmenes de Producción de queso de las empresas entrevistadas

Pregunta No. 5.

¿Genera Suero Dulce en su empresa?

El 100% de las empresas lácteas encuestadas generan Suero Dulce como residuo en el proceso de elaboración de queso. (Cuadro 4.8 y Figura 4.4)

Cuadro 4.8 Cantidad de Empresas lácteas que generan suero lácteo, según muestreo.

Respuesta	No. Empresas
Si	6
No	0

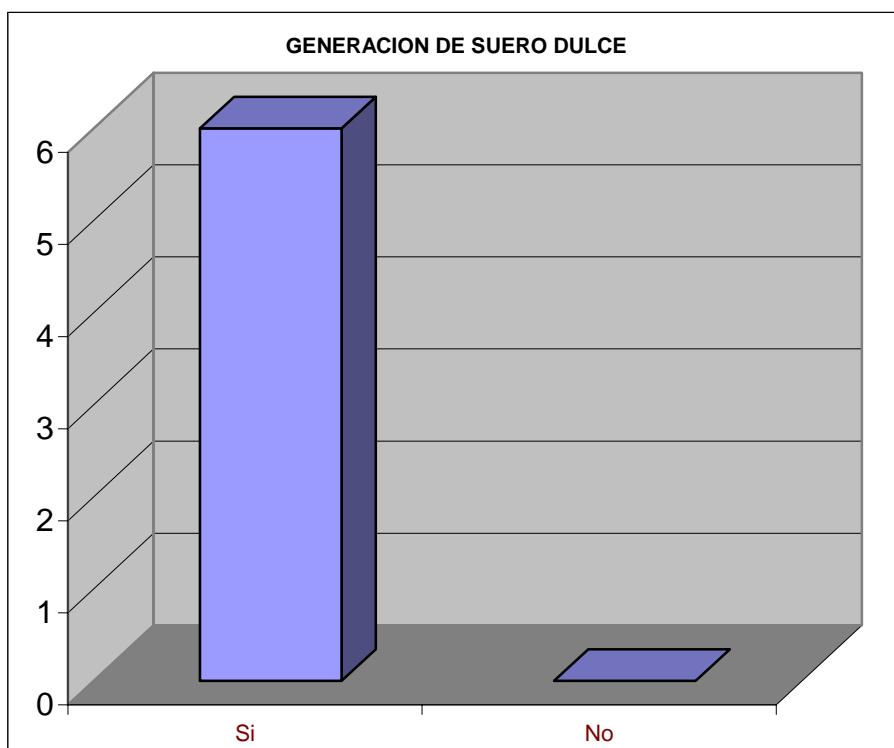


Figura 4.4 Cantidad de Empresas lácteas que generan suero lácteo, según muestreo

Pregunta No. 6.

Indique el Volumen de Suero Lácteo Generado.

El 67 % de las empresas lácteas encuestadas genera entre 1 y 25 m³ de Suero lácteo, mientras que un 16% (equivalente a una empresa encuestada) genera más de 76 m³. (Cuadro 4.9 y Figura 4.5).

Cuadro 4.9 Volúmenes de suero lácteo generado

Volúmenes Generados	No. De Empresas
De 1 a 25 m ³	4
De 26 a 50 m ³	1
De 51 a 75 m ³	0
Mas de 76 m ³	1

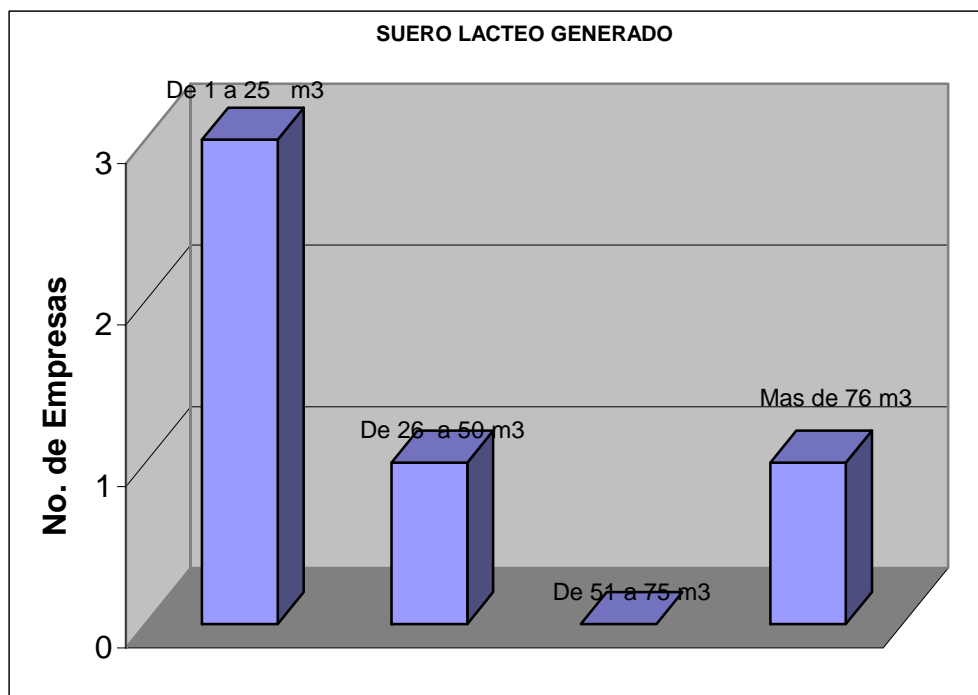


Figura 4.5 Volúmenes de suero lácteo generado en las empresas entrevistadas

Pregunta No. 7.

Existe Segregación (separación) de las aguas residuales de los distintos productos o departamentos antes de ser descargadas a un cuerpo receptor.

En el 83 % (equivalente a 5 empresas entrevistadas), existe separación del suero lácteo de las aguas residuales antes de ser descargadas al cuerpo receptor. (Cuadro 4.10 y Figura 4.6).

Cuadro 4.10 Segregación de aguas residuales dentro de las empresas lácteas encuestadas.

Respuesta	No. Empresas
Si existe segregación	5
No, Solo existe transporte de Aguas Residuales	1

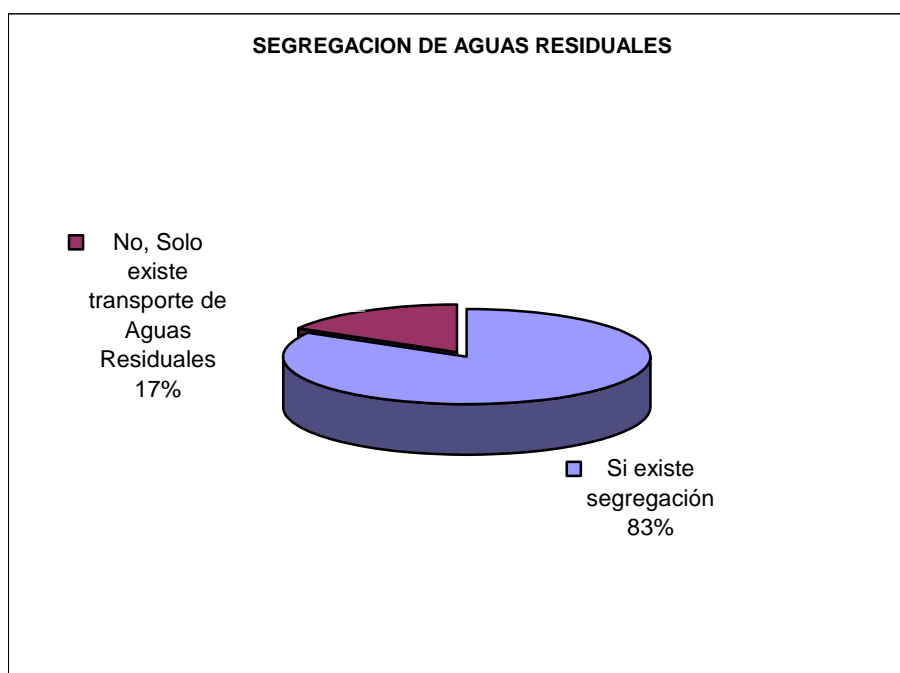


Figura 4.6 Segregación de aguas residuales dentro de las empresas lácteas encuestadas

Pregunta No. 8.

Cual es la disposición final del suero dulce generado.

En el 50% de las empresas encuestadas, (equivalente a 3 empresas), el suero dulce generado es descargado a un cuerpo receptor sin tratamiento previo. Mientras que el 33% (equivalente a 2), de las empresas encuestadas descarga el suero dulce generado a un cuerpo receptor con previo tratamiento y solamente el 17 % (equivalente a 1) de las empresas encuestadas utiliza el suero dulce generado en otros productos. (Cuadro 4.11 y figura 4.7).

Cuadro 4.11 Disposición final del Suero Lácteo

Código	Respuesta	No. De Empresas
A	Se descarga a un Cuerpo Receptor Sin tratamiento	3
B	Se descarga a un Cuerpo Receptor con tratamiento	2
C	Se utiliza el suero en otros productos	1

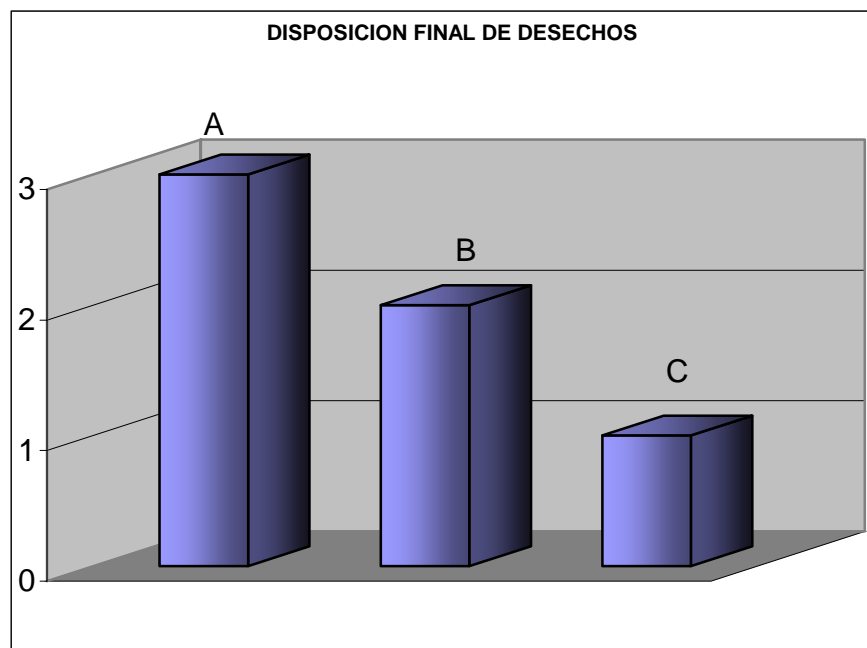


Figura 4.7 Disposición final del Suero Lácteo, según información de las empresas encuestadas

Pregunta No. 9.

Si el suero es descargado con tratamiento, que tipo de tratamiento utilizan.

Del total de empresas encuestadas solamente una de ellas descarga el suero lácteo generado a un cuerpo receptor con tratamiento previo; y el tratamiento utilizado por la empresa es un tratamiento físico y un tratamiento químico. (Cuadro 4.12 y figura 4.8).

Cuadro 4.12 Tratamiento para descarga de suero lácteo en las empresas encuestadas.

Código	Tipo de Tratamiento empelado	No. De Empresas
A	Físico	1
B	Químico	1
C	Biológico	0
D	Combinación de Anteriores	0
E	Ningun Tratamiento	4

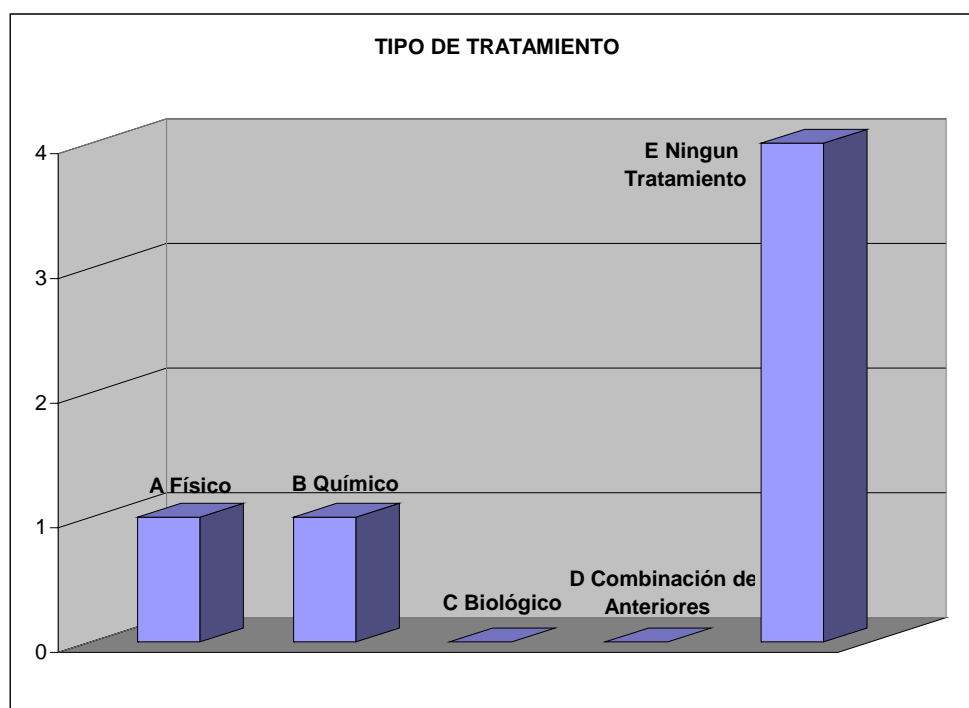


Figura 4.8 Tratamiento para descarga de suero lácteo en las empresas encuestadas.

Pregunta No. 10.

Conoce el costo del tratamiento previo que debe de dársele al suero lácteo antes de ser descargado a los efluentes.

El 67% (Equivalente a 4 empresas); de las empresas encuestadas no tienen conocimiento del costo del tratamiento previo que debe de tener el suero lácteo generado antes de ser descargado a los efluentes. (Cuadro 4.13 y Figura 4.9).

Cuadro 4.13 Conocimiento del costo de tratamiento para suero lácteo residual

Código	Respuesta	No. de Empresas
A	Si conozco el costo del tratamiento	4
B	No conozco el costo del tratamiento	2

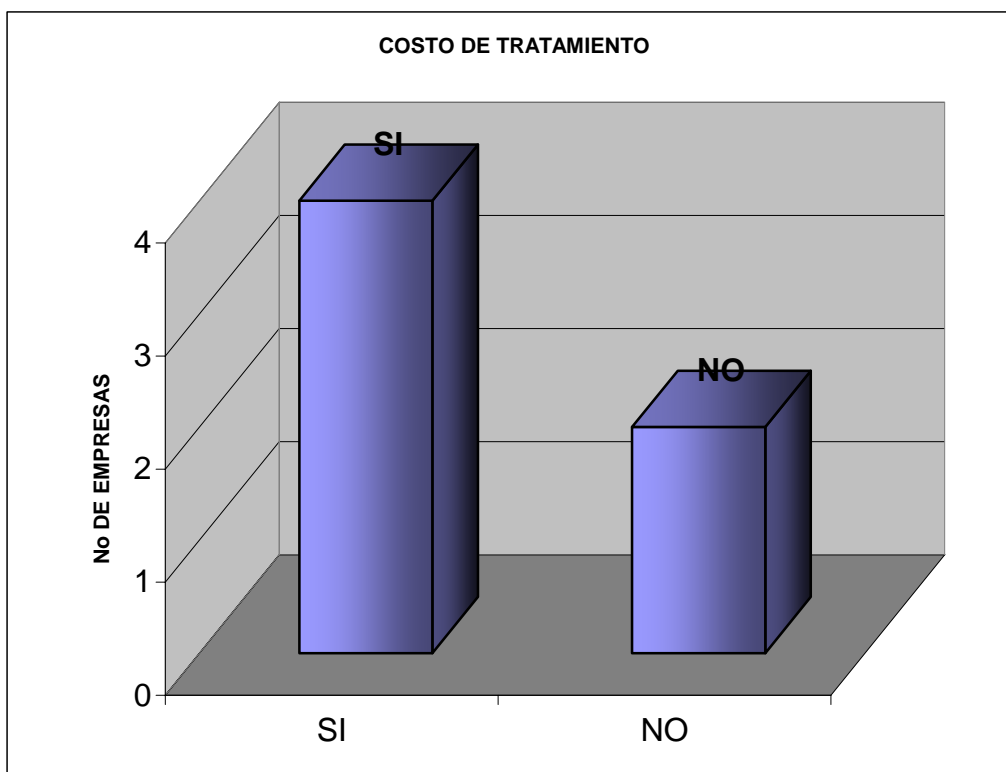


Figura 4.9 Conocimiento del costo de tratamiento para suero lácteo residual de las empresas encuestadas.

Pregunta No. 11.

Es de su conocimiento las normativas de aguas residuales industriales descargadas a un cuerpo receptor.

El 100% de las empresas encuestadas tiene conocimiento de la normativa de aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.

Cuadro 4.14 Conocimiento de la Normativa Vigente de Descarga de aguas residuales

Código	Respuesta	No. De Empresas
A	Si conozco la Normativa Vigente	6
B	No conozco la Normativa	0

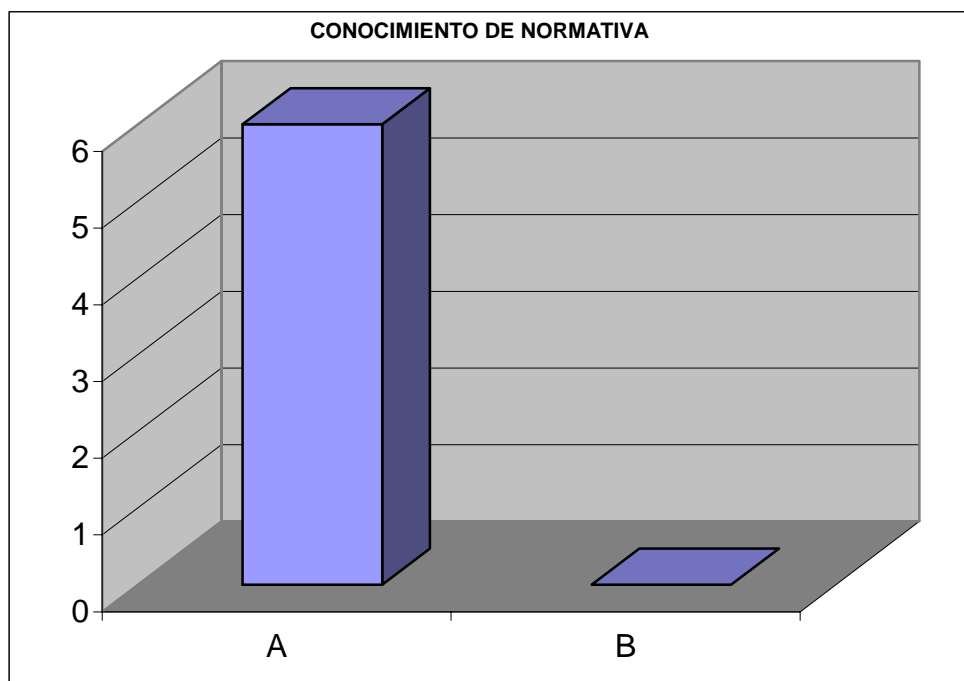


Figura 4.10 Conocimiento de la Normativa Vigente de Descarga de aguas residuales de las empresas encuestadas.

Pregunta No. 12.

Han realizado análisis de laboratorio para conocer la calidad de las aguas residuales descargadas.

El 100% de las empresas lácteas encuestadas han realizado análisis de laboratorio para conocer la calidad de las aguas residuales que son descargadas en cada una de ellas. (Cuadro 4.15 y Figura 4.11).

Cuadro 4.15 Empresas de las encuestadas que han realizado análisis de las aguas descargadas

Respuesta	No. De Empresas
SI	6
NO	0

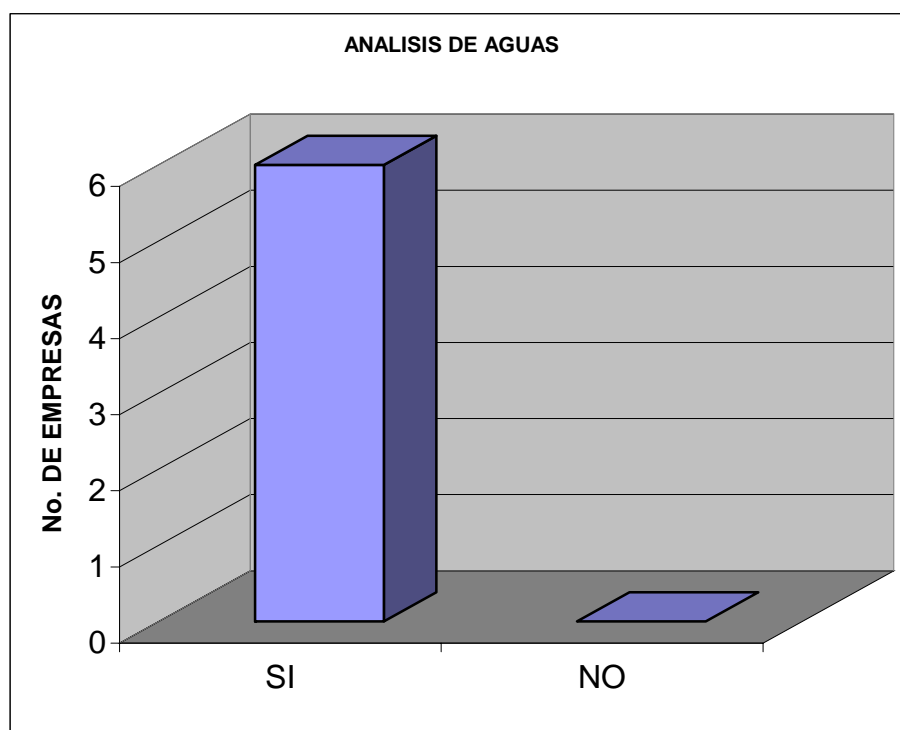


Figura 4.11 Empresas de las encuestadas que han realizado análisis de las aguas descargadas

Pregunta No. 13.

Si utilizan el suero, en cuales productos lo utilizan o que productos generan.

En 83% de las empresas encuestadas (equivalente a 5 empresas) no reutilizan el suero lácteo generado. Solamente el 17% (equivalente a 1 empresa entrevistada) de las empresas encuestadas reutilizan el suero lácteo generado dentro del proceso de elaboración de queso y sus derivados. (Cuadro 4.16 y Figura 4.12).

Cuadro 4.16 Productos en los que se re-utiliza el suero lácteo, por la empresas encuestadas

Código	Productos	No. De Empresas
A	Quesos y derivados	1
B	Bebidas	0
C	Helados	0
E	Ninguno	5

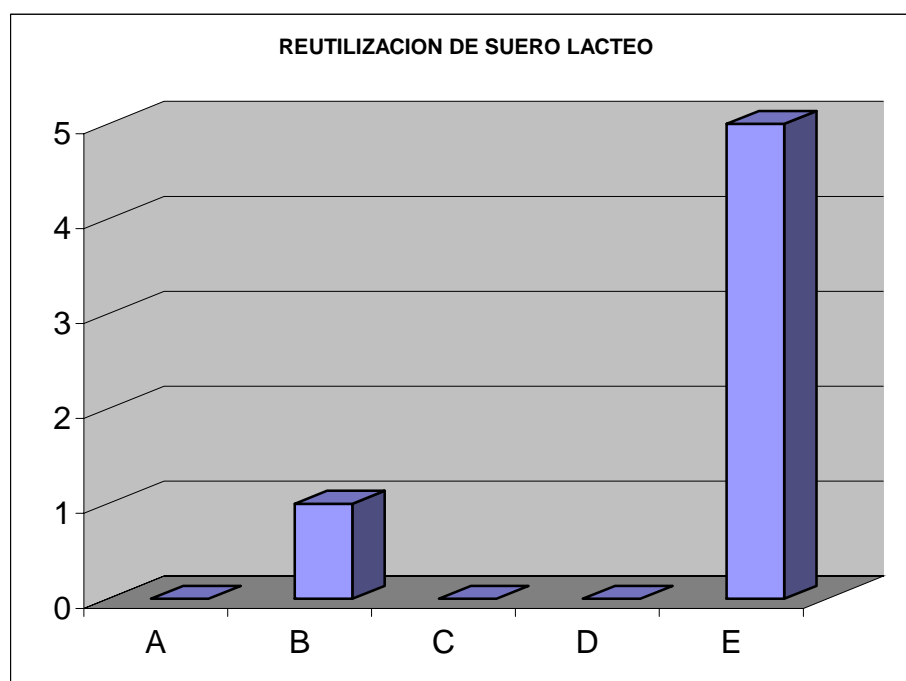


Figura 4.12 Productos en los que se re-utiliza el suero lácteo, por las empresas encuestadas.

Pregunta No. 14.

De estar interesado en darle un valor agregado al suero lácteo, que tipos de productos deseara producir.

El 50% (3 empresas) de las empresas encuestadas están interesadas en producir quesos con alto contenido proteico a partir del suero lácteo generado en su empresa. Mientras que el 16.67% (1 empresa), de las empresas encuestadas están interesadas en producir Yogur a partir del suero lácteo generado y a la vez el 16.67% (1 empresa) esta interesado en procesarlo para obtener bebida hidratante y el 16.67% restante en producir queso fresco a partir del mismo. (Cuadro 4.17 y Figura 4.13).

Cuadro 4.17 Productos en los que las empresas encuestadas estarían interesadas en producir a partir de suero lácteo.

Respuesta	Productos	No. De Empresas
A	Helados	0
B	Quesos altamente Proteicos	3
C	Bebidas Hidratantes	1
D	Yogurt	1
E	Queso Fresco	1

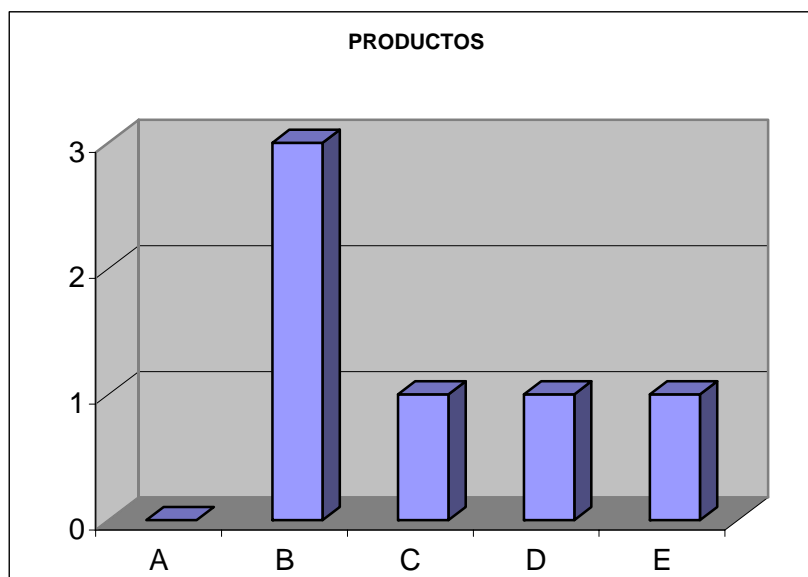


Figura 4.13 Productos en los que las empresas encuestadas estarían interesadas en producir a partir de suero lácteo

Pregunta No. 15.

Estaría interesado en invertir en nuevas tecnologías para la recuperación de suero y generar nuevos productos.

El 83 % (equivalentes a 5 empresas) están interesados en invertir en nuevas tecnologías para la recuperación del suero y generar nuevos productos. (Cuadro 4.18 y Figura 4.14)

Cuadro 4.18 Empresas interesadas en desarrollar tecnologías

Código	Respuesta	No. De Empresas
A	Si	5
B	No	1

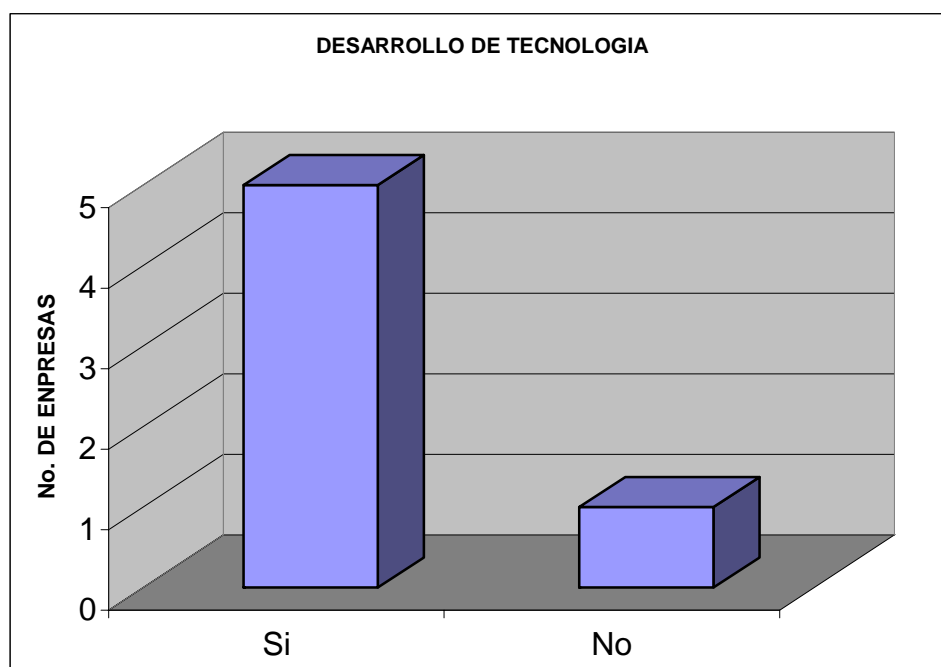


Figura 4.14 Empresas interesadas en desarrollar tecnologías

Pregunta No. 16.

Dentro de su empresa se aplican programas de control de calidad.

En el 100% de las empresas encuestadas se aplican programas de Control de Calidad dentro de los procesos productivos. (Cuadro 4.19 y Figura 4.15).

Cuadro 4.19 Empresas de las encuestadas que aplican Programas de Control de Calidad

Código	Respuesta	No. De Empresas
A	Si	6
B	No	0

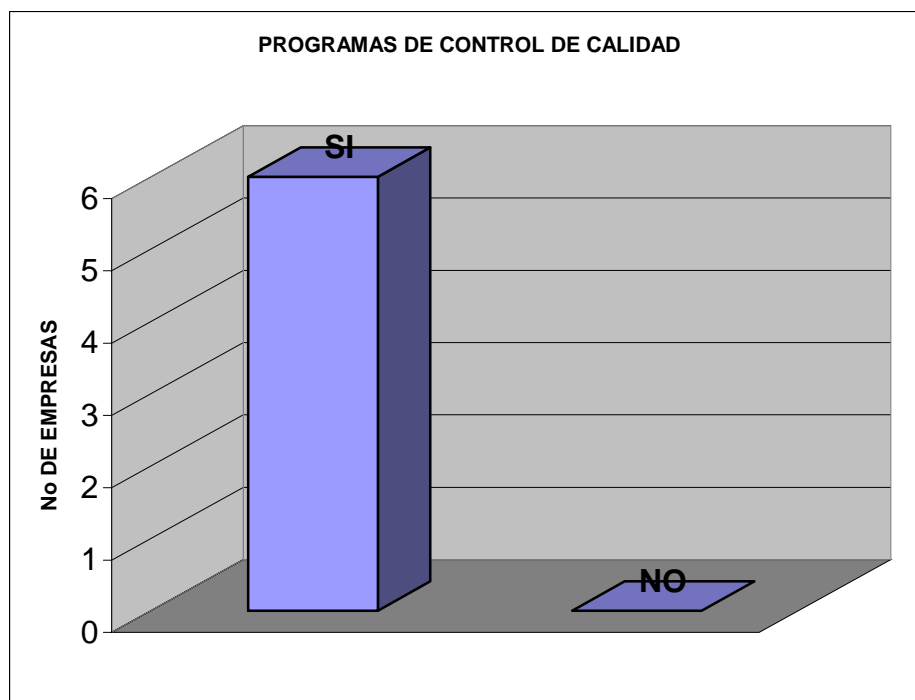


Figura 4.15 Empresas de las encuestadas que aplican Programas de Control de Calidad

Pregunta No. 17.

Cuales programas de Control de Calidad se aplican dentro de su empresa.

En el 100% de las empresas encuestadas se aplica el programa de Buenas Prácticas de Manufactura. (Cuadro 4.20 y Figura 4.16).

Cuadro 4.20 Programas de Control de Calidad aplicados en las empresas encuestadas.

Respuesta	No. De Empresas
Norma ISO 9000	0
Norma ISO 14000	0
HACCP	1
BPM	5
Otros	0

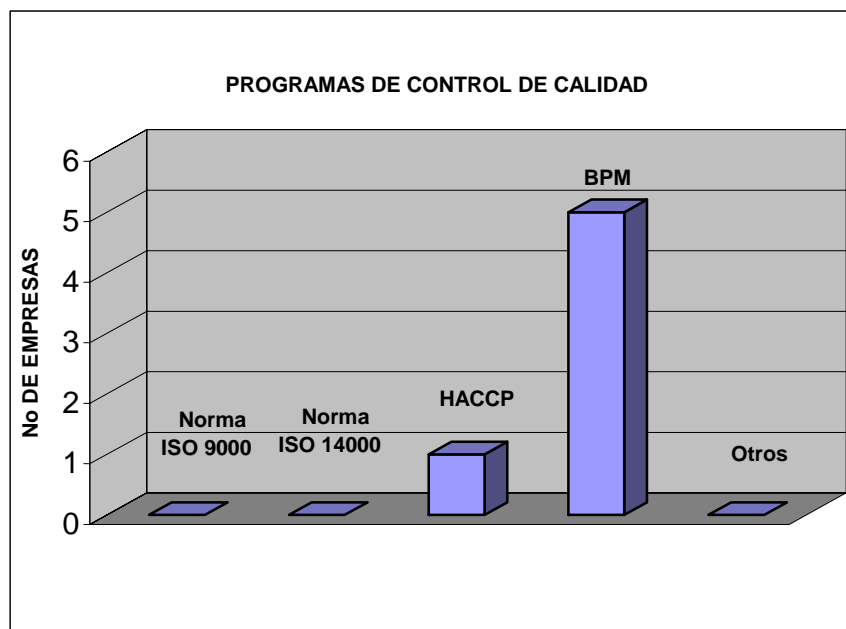


Figura 4.16 Programas de Control de Calidad aplicados en las empresas encuestadas.

4.5 Análisis de Resultados

El total de empresas lácteas entrevistadas, producen queso y derivados; cuyos volúmenes promedio de producción oscilan entre 0.5 y 10 Ton. Mensuales; generando un volumen de 1 a 25 m³ de suero dulce mensuales.

Según la información recopilada el 50% de este suero dulce generado es descargado diariamente a un cuerpo receptor sin previo tratamiento, y solo el 33% de este mismo suero dulce generado es descargado a un cuerpo receptor con previo tratamiento (tratamiento físico y químico). Mientras que solamente el 17% del suero dulce generado es reutilizado en la producción de queso fresco dentro de la industria.

Es decir, que el 83% del suero dulce generado por las empresas encuestadas no es aprovechado y solamente se reutiliza un 17 % del mismo. Así también se tiene, que el 83% de las empresas están en la disposición de desarrollar tecnologías para dar valor agregado al suero lácteo a través de la producción de productos como:

- a. Bebidas Hidratantes a base de suero lácteo.
- b. Yogurt
- c. Helados a base de suero.

Partiendo de la información presentada en el anexo 2, se tiene que la producción anual de queso a nivel nacional es de 21, 424,000 Kg de queso; y por cada kilogramo de queso producido se obtienen 6 Litros de suero lácteo, ver apartado 2.0. Por lo que a nivel nacional se están generando anualmente 128, 544,000 Litros de suero lácteo; los cuales no son reutilizados y son descargados al medio ambiente con o sin tratamiento previo.

4.6 Análisis Físico – Químicos a realizar en el muestreo

Los factores para determinar la calidad del suero lácteo según la norma establecida por el CODEX ALIMENTARIUS, el cual se presenta en el Anexo V, se observan en el cuadro 4.21

Cuadro 4.21 **Factores esenciales de la composición y calidad del suero dulce**

Composición	Suero Dulce	Suero Ácido
Lactosa Mínima (Anhidro) (%)	61	61
Proteína Mínima (%)	11	10
Grasa Máxima (%)	2	2
Humedad Máxima (%)	5	4.5
Ceniza Máxima (%)	9.5	15
PH (en solución al 10%)	< 5.1	> 5.1

Fuente: CODEX STAN A-15-1995

La determinación de los parámetros del suero lácteo se realizará en un laboratorio certificado de análisis, ver sección 4.8.

4.7 Proceso de Toma de Muestra

El procedimiento a seguir durante la toma de muestra 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 250-500 ml; y para una determinación rápida y sencilla, se recomienda recoger solamente 50-60 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 encima de cero grados hasta ser examinadas.
6. Los envases son llenados totalmente y son transportados en frío y adecuadamente identificados.
 - El procedimiento anterior debe seguirse para mantener la calidad del suero lácteo crudo a ser analizado; y no alterar los parámetros del mismo y los datos obtenidos sean reales.

4.8 Interpretación de los análisis químicos

Con el objetivo de caracterizar el suero lácteo de la empresa en estudio, para desarrollar la tecnología adecuada de su procesamiento; se realizaron análisis químicos en un laboratorio de control de calidad bajo los métodos analíticos internacionales de la AOAC (ver Anexo VI) realizados y los resultados obtenidos, se muestran en el cuadro 4.22

Cuadro 4.22 Análisis fisicoquímicos de Suero Lácteo

Parámetro	Resultado	Método
pH	6.15	Potenciométrico
Proteínas	0.224 %	Kjeldahl
Grasas	0.051 %	Gravimétrico
Sólidos Totales	6.3%	- - -
Lactosa	5.1 %	- - -

Fuente: Laboratorio ESEBESA S.A DE C.V, ver Anexo VII

De investigaciones anteriores se obtiene la composición y los parámetros fisicoquímicos que determinan si se tiene suero lácteo dulce o suero lácteo ácido, los cuales se muestran en el cuadro 4.23.

Cuadro 4.23 Composición de Suero Lácteo

Componente	Suero Dulce	Suero Ácido
% de Agua	93-94	94-95
Gravedad Específica (kg/l)	1.026	1.024-1.025
% de Grasa	0.8	0
% Proteína	0.9	0.9
% Lactosa	4.5-5.0	3.8-4.4
% Acido Láctico	0	0.8
% Minerales	0.5-0.7	0.7-0.8
pH	5.8-6.6	4.5-5.0

Fuente: Van der Schans (2002)

Comparando el resultado obtenido en la muestra de suero lácteo en estudio junto a los datos de referencia del cuadro 4.2.4; y tomando como parámetros de comparación los valores de pH, % de lactosa y % de grasa se concluye que la muestra de suero lácteo analizada corresponde a suero dulce. Lo cual permite su utilización en el desarrollo de nuevos productos.

5.0 PROPUESTA DE PRODUCTOS A ELABORAR A PARTIR DE SUERO LACTEO

Con el objetivo de desarrollar programas ambientales que disminuyan el impacto generado por el sector lácteo; específicamente el que se da debido a las descargas diarias de suero lácteo al ambiente, se presentaran alternativas de utilización del mismo residuo para la elaboración de nuevos productos; los cuales además de ayudar a disminuir el impacto ambiental constituyen productos altamente proteicos y nutricionales para la salud humana.

En el desarrollo de este capítulo se presentaran las tres alternativas de uso de dicho residuo; en las cuales se describe el proceso de elaboración de cada uno de los productos, la maquinaria a utilizar, la inversión inicial y las ventajas ambientales y operativas de las mismas. Los productos que se evaluarán son: Concentrado de Proteína láctea al 34%, Yogurt y Bebida hidratante; la selección de estos productos se realiza en base a la investigación bibliográfica realizada en el desarrollo de la presente investigación y los parámetros fisicoquímicos obtenidos en los análisis de laboratorio realizados a la muestra de suero lácteo.

5.1 Evaluación de Costos de Operación y Costos de Inversión para la extracción de proteína de suero WPC34⁴ para la elaboración de productos alimenticios.

El suero lácteo contiene cerca del 50% de los sólidos totales de la leche. Este contiene gran cantidad de lactosa, proteínas y minerales de alto valor. El objetivo radica en la obtención de concentrado de proteína de suero al 34% en forma líquida, debido a que la empresa en estudio procesará inmediatamente la proteína de suero concentrada para generar productos y de esta manera evitará la inversión en equipos para la cristalización y secado de esta proteína.

5.1.1 Tamaño del Proceso

La generación de suero lácteo de la empresa en estudio es de 200 m³ al mes, tomando como base 26 días laborales al mes, la empresa genera aproximadamente 8 m³ al día. El sistema

⁴ “Whey Protein Concentrate” (Concentrado de Proteína de Suero al 34%).

de procesamiento de suero lácteo para la generación de nuevos productos debe poder tratar con más de 200 m³ al mes.

5.1.2 Definición del Producto a obtener

El suero de leche y el WPC-34 (WPC-34 significa que la concentración de la proteína esta en un 34% con respecto a los demás componentes) son parte de los postres congelados de todo tipo, mientras que el WPC-80 se usa en los productos de especialidad. Los ingredientes de suero de leche proporcionan los componentes sólidos de la leche sin grasa; además aportan otras propiedades importantes para la buena calidad de dichos alimentos.

Las propiedades funcionales del suero de leche se ven influidas básicamente por el componente lactosa, que forma parte del 70 al 73% de sus sólidos, mientras que las propiedades funcionales del WPC-80 se ven influidas, principalmente por el componente proteína, que compone del 80 al 86% de sus sólidos. Asimismo, la composición del WPC-34 es similar al de la leche descremada en polvo (35% de proteína, 51% de lactosa), mientras que tanto la lactosa como las proteínas de suero de leche influyen en sus propiedades. La lactosa es un endulzante de baja intensidad que puede incrementar los sólidos de la fórmula sin producir demasiado dulzor.

En el cuadro 5.1 se muestra de forma aproximada la cantidad de componentes que contienen diferentes presentaciones del suero lácteo dulce.

Cuadro 5.1 Componentes en diferentes presentaciones de suero dulce

Componente	Suero dulce	WPC34	WPC80
Proteína (%)	10-14	34-36	80-82
Grasa (%)	1-2	3-4.5	4-8
Ceniza (%)	7-12	6.5-8	3-4
Lactosa (%)	65-70	47-52	4-8

Fuente: Lucey, (2005).

Por lo general, las fórmulas con mayor cantidad de sólidos tienen textura más suave y menor tendencia a formar cristales de hielo durante el almacenamiento. Asimismo, la lactosa no tiene efectos negativos en el sabor; además puede mejorar el sabor de algunos saborizantes.

El único punto negativo de la lactosa en el caso de los postres congelados es su baja solubilidad, ya que cuando su concentración con relación al agua en la mezcla excede el 10%, aumenta el riesgo de que forme cristales, los cuales no se derriten en la boca y pueden provocar lo que en la industria de los postres congelados se conoce como textura arenosa.

5.1.3 Materias Primas

Para la elaboración de WPC34 se requiere de las siguientes materias primas:

- ✓ Suero lácteo dulce
- ✓ Agua

5.1.4 Descripción del proceso de elaboración

El proceso se ilustra en la figura 5.1 y se describe a continuación:

- ✓ Al inicio el suero lácteo es centrifugado para retirar partículas. Tras la centrifugación el suero es pasteurizado a 72°C durante 30 minutos, en un pasteurizador de placas para eliminar cualquier tipo de microorganismo patógeno en el suero.
- ✓ Tras la pasteurización el suero es concentrado por medio del equipo de ultrafiltración para obtener WPC34. En este proceso de ultrafiltración se obtienen dos corrientes, la primera es el concentrado donde se encuentra la proteína del suero. La segunda corriente es el permeado, el cual será enviado al sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa en estudio y disminuirle su carga contaminante hasta los parámetros requeridos en la norma salvadoreña de aguas para descargar a un cuerpo receptor.

Algunos fabricantes prefieren evitar la etapa de secado y producir un suero líquido con una composición similar a la del WPC34 y unas propiedades parecidas a la leche desnatada y usado como sustitutos de esta en la industria láctea.

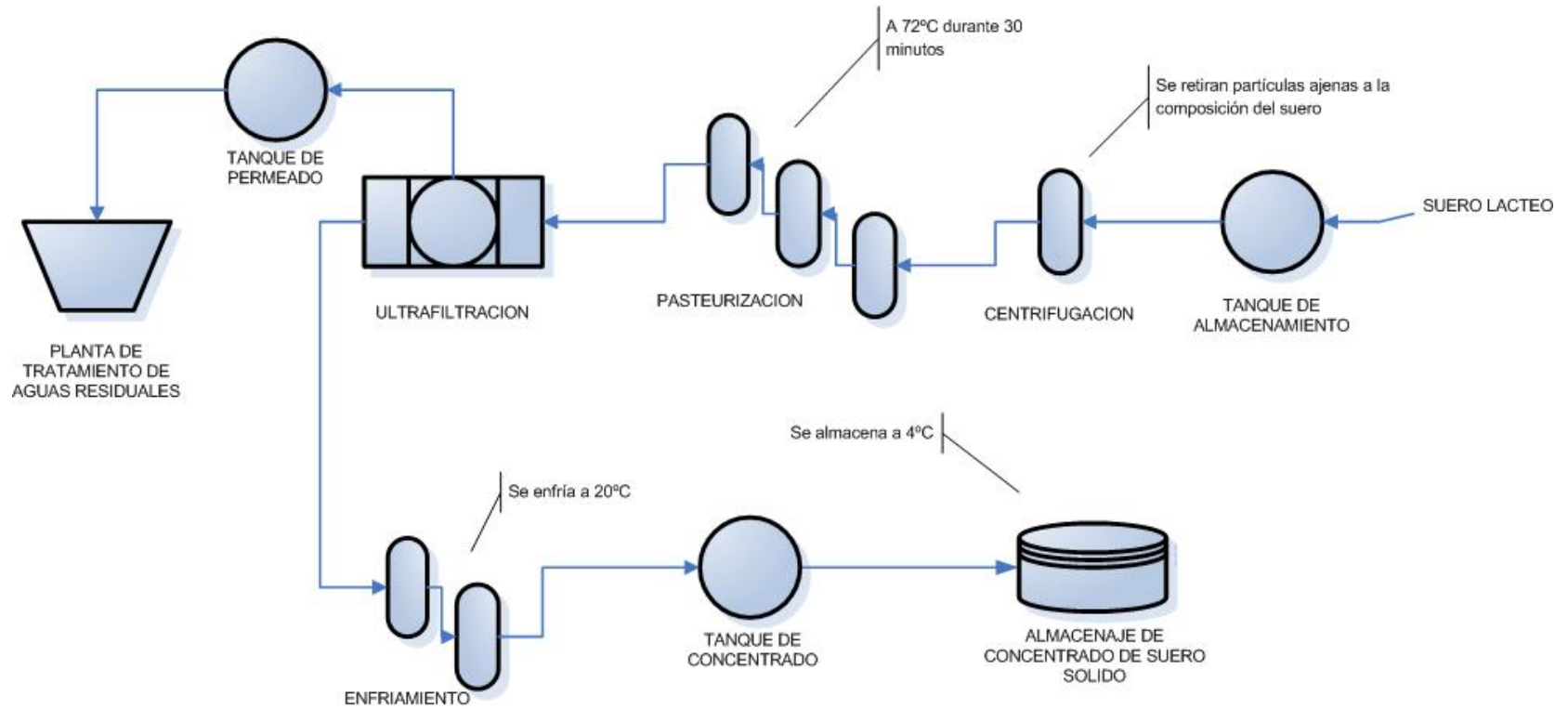


Figura 5.1 Diagrama de flujo para el proceso de extracción de WPC-34 a partir de suero lácteo

5.1.5 Descripción del equipo a utilizar

Se requerirá de la instalación de un equipo de ultrafiltración para la generación de WPC34 para elaborar diferentes productos.

▪ Datos de Partida

Para conseguir el objetivo marcado se parte de los siguientes datos suministrados por la empresa en estudio:

- a) La empresa genera mensualmente 200 m³ de suero lácteo con las siguientes características:

Cuadro 5.2 **Resultados de análisis fisicoquímico del suero lácteo**⁵

Parámetro	Cantidad (p/p)
Grasa (%)	0.051
Proteína (%)	0.224
pH	6.15
Sólidos totales (%)	6.30
Lactosa (%)	5.1

Fuente: Análisis de Suero dulce en laboratorio, Anexo VII

- b) El equipo requerido para procesar esta cantidad de suero lácteo residual, debe contar con una capacidad para procesar un caudal de entrada de 2.5 m³/h con suero.

El caudal de 2.5 m³/h se obtiene a partir de la cantidad de suero lácteo mensual generado por la empresa en estudio; partiendo de las condiciones en que opera la empresa y de los 200 m³/h de suero lácteo que genera mensualmente se tiene:

⁵ Análisis de suero dulce realizados en Laboratorios Especializados en Control de Calidad ESEBESA SA de CV

Condiciones de la empresa:

- a. 26 días laborales de operación
- b. 200 m³/h de suero lácteo mensual

200 m ³	1 mes	8 m ³ /día
mes	26 días	

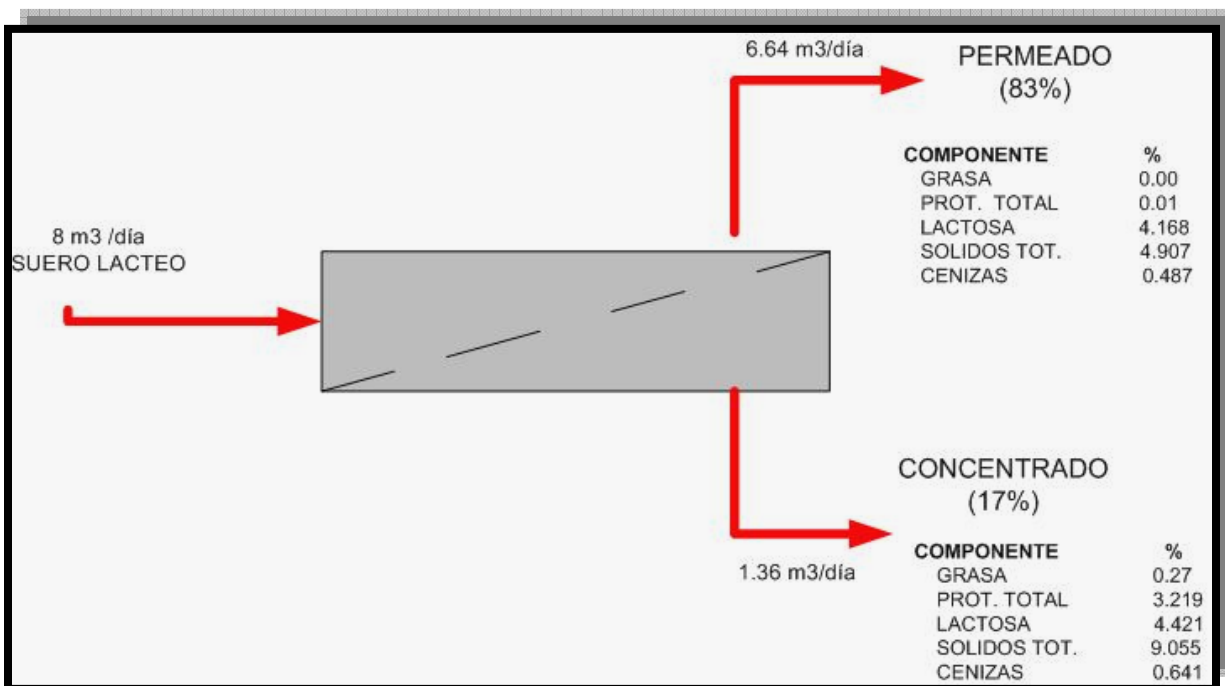


Figura 5.2 Balance de materia teórica del sistema de ultrafiltración

▪ Elementos que componen el sistema de Ultrafiltración.

1. Modulo de ultrafiltración
2. Tanque para recepción
3. Centrifugador
4. Pasteurizador
5. Tanque de almacenamiento para concentrado
6. Tanque de almacenamiento para permeado

5.1.6 Determinación de Costos de Maquinaria

a) Costos de Maquinaria

La inversión a realizar para procesar el suero lácteo residual y obtener WPC34 como materia prima para la elaboración de diferentes productos se presenta a continuación (AQUAREN, 2005). Ver cotización de los equipos en anexo VIII.

- a) Módulo de UltraFiltración (UF)
- b) Filtro de finos
- c) Tanques de recepción de suero
- d) Centrifugador
- e) Pasteurizador
- f) Tanques de almacenamiento

Obteniendo un Costo Total de US\$ 85,200.00

b) Determinación de Costos de funcionamiento

Para 200 m³ de suero líquido generado en la planta mensualmente, el equipo de ultrafiltración funcionara 80 horas mensuales a un flujo de trabajo de 2.5 m³/hora.

Cuadro 5.3 Costos anuales de operación de los equipos del sistema de ultrafiltración

Suministro	Costo
Agua de limpieza	US\$ 30.15
Electricidad	US\$ 2,013.00
Productos químicos	US\$ 970.00
Membranas	US\$ 2,400.00
TOTAL ANUAL	US\$ 5,413.15

Fuente: AQUAREN, (2005)

c) Costos Totales

La inversión total se obtendrá a partir del costo total del sistema de Ultrafiltración para suero dulce y los costos anuales de operación del proceso productivo para generar WPC34, el cual se presenta en el cuadro 5.4.

Cuadro 5.4 Inversión neta del sistema de ultrafiltración

Inversión	Costo
Costo de Operación anual	US\$ 5,413.15
Sistema de ultrafiltración	US\$ 85,200.00
GRAN TOTAL	US\$ 90,613.15

5.1.7 Características del Producto a Obtener

El suero y los productos de suero se utilizan con éxito en las carnes procesadas (carnes molidas, productos de emulsión, productos molidos, productos enteros) para mejorar el sabor, textura, emulsificación, la propiedad de ligar agua, cocción y funcionalidad en el producto terminado.

El suero dulce norteamericano, los concentrados de proteína de suero (34-80% proteína) y los aislados de proteína de suero (>90% proteína) se encuentran entre los productos de suero más comunes utilizados en carnes procesadas. La mejora en la calidad, la optimización nutrimental y la economía son aspectos claves en el uso de ingredientes de proteína de suero en carnes procesadas. En la figura 5.3 se observa la presentación de una libra, de Proteína de Suero Concentrada en polvo, de la Compañía Barry Farm cuyas instalaciones se encuentran en los Estados Unidos de América.



Nombre Comercial: Whey Protein Concentrate
 Presentación: 1 libra
 Precio de Venta: \$8.79
 Elaborado por: Barry Farm
 Distribuido en: Estados Unidos

Figura 5.3 Presentación Comercial de Proteína Concentrada de suero

Beneficios Funcionales del Suero en Carnes Procesadas y Productos Relacionados

Los productos de suero norteamericano que se utilizan en carnes procesadas, incluyen:

- ✓ Suero dulce
- ✓ Suero bajo en lactosa
- ✓ Suero desmineralizado
- ✓ Concentrado de proteína de suero 34% Proteína: WPC34
- ✓ Concentrado de proteína de suero 50% Proteína: WPC50
- ✓ Concentrado de proteína de suero 80% Proteína: WPC80
- ✓ Aislado de proteína de suero 90% Proteína: WPI
- ✓ Lactosa
- ✓ Productos y mezclas adaptadas al gusto del cliente
- ✓ Suero enriquecido con minerales, calcio lácteo y productos relacionados.

Economía

Un aspecto importante del desempeño del producto de suero en las carnes procesadas es la capacidad de controlar los costos en los ingredientes de la mezcla y mejorar la cocción. Con la selección correcta del producto de suero, se pueden lograr importantes ahorros. La mayoría de los ingredientes de proteína de suero pueden ofrecer estas oportunidades.

Nutrición

La relación precio-valor de los productos de suero, en particular las proteínas de suero, es tal, que existen muy pocas fuentes de suero equivalentes. Otros nutrimentos valiosos son el calcio y una variedad de componentes saludables y prebióticos. El impacto indirecto en el contenido nutrimental de las mezclas como en los productos bajos en grasas es también una contribución valiosa de los productos de suero.

Cuadro 5.5 Fórmula Común que utiliza Ingredientes de Suero (Hamburguesas de Carne Molida con Suero Dulce)

Control				Suero Dulce				WPC34	
Ingredientes	Grasa	Proteína	Humedad	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Carne magra	20.0%	18.0%	63.0%	100.00	94.74	96.50	89.52	96.50	85.40
Suero dulce	1.5%	12.0%	3.5%			3.75	3.48		
WPC34	4.0%	34.0%	3.5%					3.95	3.50
Sal encapsulada				1.25	1.18	1.25	1.16	1.25	1.11
Dextrosa				1.00	0.95	1.00	0.93	1.00	0.88
Ajo en polvo				0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.11
Carne hidrolizada				0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
Glutamato monosódico				0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.11
Agua o hielo				3.00	2.84	5.00	4.64	10.00	8.85
Total				105.56	100	107.81	100	113.00	100
Aumento en el rendimiento contra Control				2.25				7.45	
Contenido de proteína				17.05		6.53%		16.56%	
Grasa				18.95%		17.96%		17.22%	
Humedad				62.53%		61.16%		62.77%	

Fuente: Keaton, (2000)

5.2 Evaluación de Costos de Operación y Costos de Inversión para la elaboración de Yogurt a partir de Suero Lácteo.

El objetivo de evaluar esta alternativa consiste en Optimizar el proceso de producción de Yogurt a partir de la reutilización del suero lácteo generado en la producción de queso en la industria láctea. La empresa en estudio posee los equipos adecuados para el procesamiento de yogurt, por lo cual la inversión se realizará en la adquisición del sistema de ultrafiltración para suero lácteo.

5.2.1 Tamaño del Proceso

La generación de suero lácteo de la empresa en estudio es de 200 m³ al mes, tomando como base 26 días laborales al mes, la empresa genera aproximadamente 8 m³ al día; por lo que el sistema a instalar debe contar con una capacidad de procesamiento tal que utilice todo el suero generado diariamente.

5.2.2 Definición del Producto a obtener

El yogurt es producto de leche coagulada obtenida por fermentación láctica mediante la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* a partir de leche pasteurizada, leche concentrada pasteurizada, leche total o parcialmente desnatada pasteurizada, leche concentrada total o parcialmente desnatada pasteurizada, con o sin adición de nata pasteurizada, leche en polvo entera, semidesnatada o desnatada, suero en polvo, proteínas de leche y/u otros productos procedentes del fraccionamiento de la leche (Zamorano, 2005).

Los microorganismos productores de la fermentación láctica deben ser viables y estar presentes en el producto terminado en cantidad mínima de 1 por 10⁷ UFC⁶ por gramo o mililitro.

⁶ Unidades formadoras de colonias

Clasificación del yogurt

Clasificación del yogurt según sus aditivos

- a) Yogurt natural
- b) Yogurt azucarado: con adición de azúcares comestibles (sacarosa o glucosa)
- c) Yogurt edulcorado: con adición de edulcorantes (sorbitol, sacarina, ciclamato)
- d) Yogurt con frutas, zumos u otros productos naturales
- e) Yogurt aromatizado: con adición de aromatizantes permitidos

Clasificación del yogurt según su textura

- a) Yogurt firme: incubado y enfriado en el mismo envase
- b) Yogurt batido: es incubado en depósitos y enfriado antes de su envasado
- c) Yogurt líquido: similar al batido aunque el coágulo se rompe hasta obtener una forma líquida antes del envasado
- d) Yogurt congelado: incubado en tanques y congelado como un helado en crema
- e) Yogurt concentrado: incubado en tanques, concentrado y enfriado antes de ser envasado.

El aspecto y la textura del yogurt son dependientes de numerosos factores:

- a) Sólidos totales
- b) Contenido proteínico
- c) Tipo de proteína
- d) Tipo y concentración del estabilizador que se agregue.

5.2.3 Materias Primas

Para la elaboración de Yogurt se requiere de las siguientes materias primas:

- ✓ Suero lácteo dulce.
- ✓ Los cultivos de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*
- ✓ Saborizantes y algunos aditivos
- ✓ Agua

5.2.4 Descripción del proceso de elaboración de yogurt

En la figura 5.4 se muestra el proceso de elaboración del yogurt, el cual se describe a continuación.

- ✓ El suero dulce obtenido en el procesamiento de quesos se pre-enfría hasta los 20°C para conservar sus propiedades y se traslada a un tanque de almacenamiento.
- ✓ El suero dulce almacenado es conducido al sistema de ultrafiltración para concentrar la proteína al 17% que será enfriada para su posterior almacenamiento. Del sistema de ultrafiltración se obtiene una corriente residual conocida como permeado la cual será enviada al sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa.
- ✓ El suero lácteo concentrado es bombeado a un tanque de almacenamiento. Luego es bombeada a través de un filtro hacia el clarificador que va a utilizar una fuerza centrífuga para obtener algunas impurezas insolubles en el suero. En donde se incorporan azúcares y jarabes en un 10% y estabilizantes que no deben ser mayores al 1.0%.
- ✓ Luego el suero lácteo es pasteurizado a durante 30 minutos a una temperatura de 90°C cual además disminuye el crecimiento de las bacterias de ácido láctico a un nivel aceptable. Y después se enfría con un intercambiador de calor hasta los 40°C
- ✓ Los cultivos de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, que crecen en un ambiente controlado, son inoculados y luego se realiza la incubación a una temperatura de 40°C durante 2 a 3 horas.
- ✓ Los Saborizantes y otros aditivos son mezclados y esterilizados en un sistema de esterilización de altas temperaturas y corto tiempo (HTST⁷) durante un minuto a 90°C.
- ✓ El yogurt fermentado y los aditivos esterilizados son mezclados y homogenizados.
- ✓ Los envases de yogurt son empaquetados en cajas y colocados en el almacén de refrigeración a 4°C.

⁷ High Temperature Short Time

5.2.5 Descripción del equipo a utilizar

Se requerirá de la instalación de un equipo de ultra filtración para la producción de concentrado de proteínas de suero.

▪ Datos de Partida

Para conseguir el objetivo marcado se partida de los siguientes datos suministrados por la empresa en estudio:

- a) La empresa genera mensualmente 200 m³ de suero lácteo con las características presentadas en el cuadro 5.2

Cuadro 5.6 **Resultados de análisis fisicoquímico del suero lácteo**⁸

Parámetro	Cantidad (p/p)
Grasa (%)	0.051
Proteína (%)	0.224
pH	6.15
Sólidos totales (%)	6.30
Lactosa (%)	5.1

Fuente: Análisis de Suero dulce en laboratorio, ver Anexo VII

- b) El equipo requerido para procesar esta cantidad de suero lácteo residual, debe contar con una capacidad para procesar un caudal de entrada de 2.5 m³/h con suero. En la figura 5.2 se puede observar las corrientes obtenidas en el proceso de ultrafiltración.

El caudal de 2.5 m³/h se obtiene a partir de la cantidad de suero lácteo mensual generado por la empresa en estudio; partiendo de las condiciones en que opera la empresa y de los 200 m³/h de suero lácteo que genera mensualmente, resultará el balance teórico de suero presentado en la figura 5.2

⁸ Análisis de suero dulce realizados en Laboratorios Especializados en Control de Calidad ESEBESA SA de CV

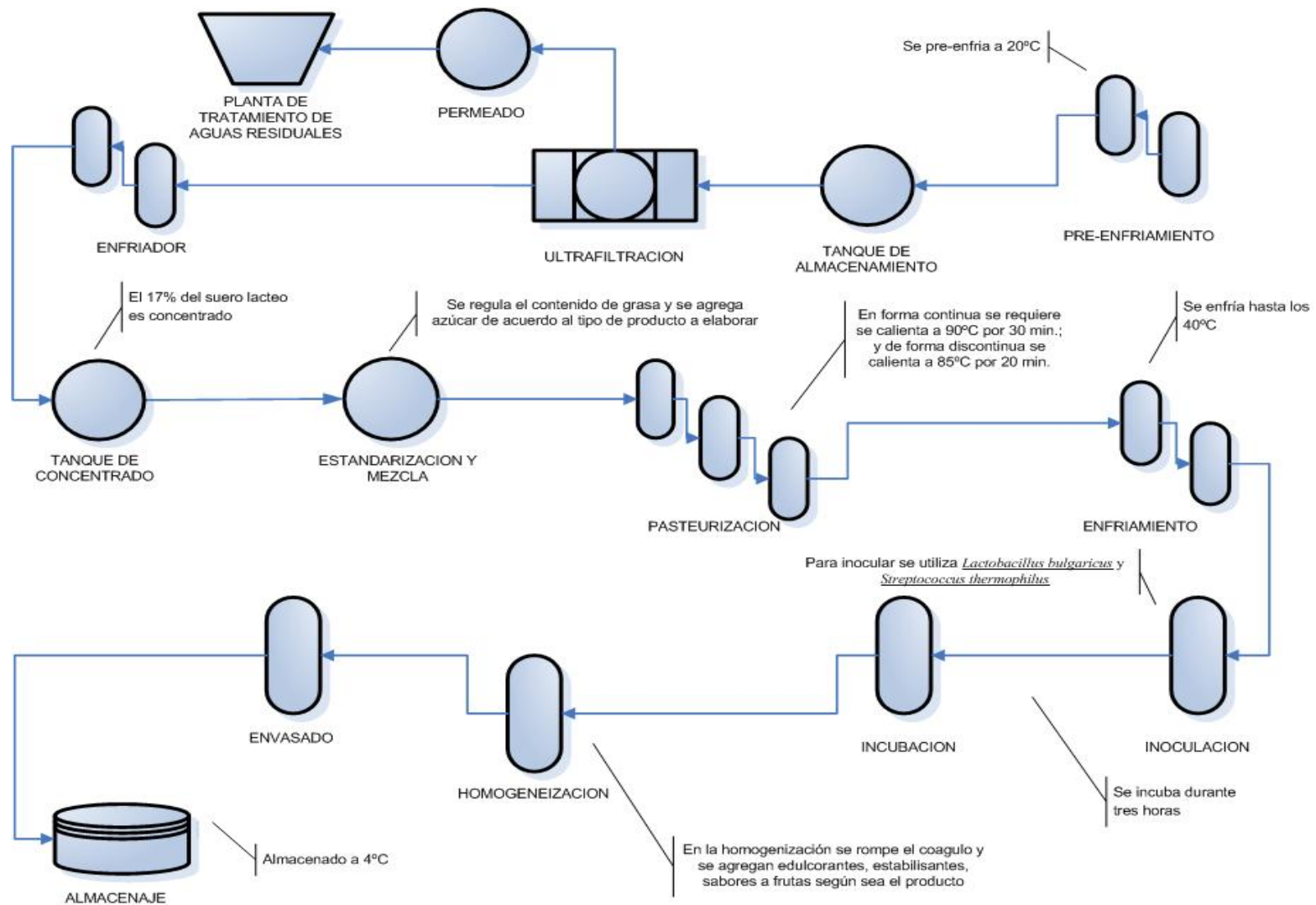


Figura 5.4 Diagrama de flujo para el proceso de elaboración del yogurt a partir de suero lácteo

Condiciones de la empresa:

- a. 26 días laborales de operación
- b. 200 m³/h de suero lácteo mensual

200 m³	1 mes	8 m³/día
mes	26 días	

▪ Elementos que componen el sistema de Ultrafiltración⁹

1. Pre-enfriamiento del suero
2. Tanque almacenador
3. Equipos de Ultrafiltración
4. Enfriador de salida de concentrado
5. Tanque de concentrado
6. Tanque de permeado

▪ Requerimientos Operativos para el funcionamiento del Sistema.

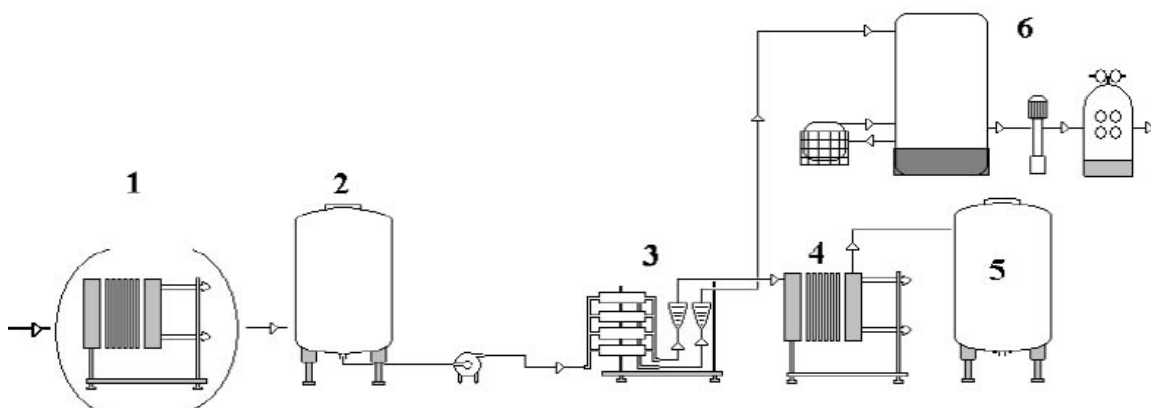
La empresa en estudio requiere de los siguientes suministros para el funcionamiento del equipo de Ultrafiltración.

Cuadro 5.7 Características de los suministros requeridos por el equipo

Suministro	Características
Agua de Limpieza	5 m ³ /h
Agua Helada	4 m ³ /h a 2 °C
Energía	28 Kwatt/h
Aire Comprimido	< a 6 bar

Fuente: GRUPO PROYECT, (2005)

⁹ Ver anexo VII



Fuente: GRUPO PROYECT, (2005)

Figura 5.5 Elementos que componen el sistema de ultrafiltración

5.2.6 Determinación de Costos de Maquinaria

a) Costos de Maquinaria

Los costos del equipo a utilizar para el procesar el suero lácteo residual y obtener suero lácteo como materia prima para la elaboración de yogurt se presenta en el cuadro 5.8

Cuadro 5.8 Costo de equipo para el sistema de ultra filtración

Equipo	Costo
Módulo de UltraFiltración (UF)	US\$ 63,962.00
Filtro de finos	US\$ 17,000.00
Tanques de almacenamiento	US\$ 6,000.00
Enfriador de concentrado	US\$ 4,500.00
Tanque de Perneado	US\$ 5,500.00
Tanque de Concentrado	US\$ 4,000.00
TOTAL	US\$ 100,962.00

Fuente: GRUPO PROYECT, (2005)

b) Determinación de Costos de funcionamiento

Para 200 m³ de suero líquido generado en la planta mensualmente, el equipo de ultrafiltración funcionara 80 horas mensuales a un flujo de trabajo de 2.5 m³/hora.

Cuadro 5.9 Costos anuales de operación de los equipos del sistema de ultrafiltración

Suministro	Costo
Agua de limpieza (5m ³ /h)	US\$ 33.60
Agua helada (4m ³ /h)	US\$ 1,908.90
Energía	US\$ 1,330.56
Una persona encargada de equipo	US\$ 3,600.00
TOTAL ANUAL	US \$ 6,873.06

Fuente: GRUPO PROYECT, (2005)

El cálculo de los suministros descritos en el cuadro anterior se presenta en el Anexo IX.

c) Costos Totales

La inversión total se obtendrá a partir del costo total del sistema de Ultrafiltración de suero y de los costos anuales de operación del proceso productivo, el cual se presenta en el cuadro 5.10.

Cuadro 5.10 Inversión neta del sistema de ultrafiltración

Inversión	Costo
Costo de Operación anual	US\$ 6,873.06
Sistema de ultrafiltración	US\$ 100,962.00
GRAN TOTAL	US\$ 107,835.06

Fuente: GRUPO PROYECT, (2005)

5.2.7 Características del Producto obtenido.

La apariencia y textura del Yogurt dependen de varios factores, entre los cuales están:

1. % de sólidos totales
2. El contenido de proteína láctea
3. El tipo y concentración del estabilizador a ser utilizado.

El resultado de la elaboración de Yogurt utilizando lacto suero mejora su consistencia y textura.

En el cuadro 5.11 se muestran las cantidades de los componentes nutricionales del yogurt.

Cuadro 5.11 **Componentes nutricionales obtenidos en el producto final**

Componentes	Cantidad (%)
Leche en polvo	6.24
WPC 34%	4.16
Lactosa	1.00
Agua	88.6

Fuente: Hugunin, (1999)

Cuadro 5.12 **Parámetros Físicos del producto final**

Parámetro	Cantidad
Viscosidad	758 Cps
Calificación Sensorial (Escala de 0 a 10)	7.0
Sabor (Escala de 0 a 10)	6.8

Fuente: Hugunin, (1999)

Son muchos los beneficios que resultan de la adición de suero lácteo en la formulación de Yogurt; entre ellos están:

- a) Mejor sabor
- b) Incremento de la textura

- c) Enriquecimiento nutricional
- d) Efectos Probióticos
- e) Beneficios económicos

Los productos derivados del suero lácteo proveen sólidos de leche bajos en grasas que pueden ser usadas en varias formulaciones de Yogurt. La acidez del Yogurt es producida por las bacterias lácticas que se convierten en un complemento de su sabor. La hidrólisis de la lactosa produce un sabor ligeramente dulce que es del gusto de la mayoría de los consumidores, esta misma dulzura da un balance de sabor al yogurt y reduce la necesidad de agregar azúcares en el producto.

En la figura 5.6 se presenta un producto comercial de Yogurt elaborado a base de suero lácteo.



Figura 5.6 Presentación Comercial de Yogurt elaborado a base de Lacto suero

5.3 *Evaluación de Costos de Operación y Costos de Inversión para la elaboración de una Bebida Hidratante a partir de Suero Lácteo.*

Se implementará el proceso de producción de una Bebida hidratante a partir de la reutilización del suero lácteo generado en la producción de queso en la industria Láctea. La empresa en estudio posee tanques de almacenamiento y de homogeneización, por lo que se requerirá realizar una inversión en la compra de tanques mezcladores y un equipo de pasteurización.

5.3.1 Tamaño del Proceso

La generación de suero lácteo de la empresa en estudio es de 200 m³ al mes, tomando como base 26 días laborales al mes, la empresa genera aproximadamente 8 m³ al día; por lo que el sistema a instalar debe contar con una capacidad de procesamiento tal que utilice todo el suero generado diariamente.

5.3.2 Definición del Producto a obtener

Las bebidas o fórmulas lácteas son bebidas nutricionales análogas de la leche, las cuales se pueden elaborar a base de lactó sueros no salados. El contenido de proteína de las bebidas lácteas nutricionales debe ser el mismo que el contenido que posee la leche, aproximadamente de 30 g/l de proteínas. Sin embargo, su contenido de materia grasa puede variar dentro de un rango de 1 y 33 g/l, como lo es en las leches descremadas, semi-descremadas y enteras.

Las bebidas nutritivas a bajo costo, el balance de nutrimentos (grasas y proteínas) pueden provenir de fuentes de menor costo que el de sus contrapartes en la leche fluida (grasas y/o aceites vegetales, concentrados de proteínas de lacto suero y/o de soya). En tal caso, el bajo contenido de colesterol constituye un beneficio adicional.

La Composición del lacto suero debe ser la siguiente:

- ✓ 0.9 % de proteína
- ✓ 0.3 % de materia grasa
- ✓ 5.0 % de lactosa
- ✓ 0.5 % de minerales

Este tipo de bebidas pueden fabricarse también a base de lacto sueros residuales desproteinizados resultantes de la elaboración de requesón. En la práctica, estos lacto sueros contienen alrededor de 0.4 % de proteína, menos de 0.1 % de grasa y un poco más de 5 % de lactosa y minerales (Osorio L., 2005).

5.3.3 Materias Primas

Para la elaboración de una bebida refrescante a base de suero lácteo residual se requiere de las siguientes materias primas:

- ✓ Suero lácteo residual
- ✓ Saborizantes y algunos aditivos
- ✓ Agua
- ✓ Concentrado de Proteína al 80%

5.3.4 Descripción del proceso de elaboración de una bebida hidratante

El procedimiento para la elaboración de bebidas a partir de lacto suero es el siguiente:

- **Recepción del suero**

El suero proveniente del procesamiento de queso es llevado a tanques de almacenamiento.

- **Clarificación**
Se toma el suero de los tanques y se pasa por una centrifuga para separar todas las impurezas sólidas que este pueda contener.

- **Inoculación del lactosuero**
El lactosuero dulce pasteurizado debe ser inoculado con *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, para acelerar la fermentación de los microorganismos presentes en el. Este proceso, para efectos de elaboración de una bebida, se deja reposar por 2 horas, hasta que alcance un pH = 4.3. Este cultivo ayuda a dar un buen cuerpo, alta firmeza, sabor agradable y acidificación.

- **Adición y mezcla de componentes**
Se realiza el mezclado de saborizantes, endulcolorante (azúcar) y proteína de soya.

- **Pasteurización**
El suero es sometido a 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 su gusto o composición. Esta se realiza a una temperatura entre los 72°C durante 30 min., luego se enfría rápidamente con un intercambiador de calor a 6°C.

- **Llenado y empaque**
Se llena y empaca según las presentaciones a comercializar, a una temperatura aproximada de 32°C.

- **Almacenamiento**
Para su almacenamiento, se recomienda mantenerse a 4°C antes de su distribución.

De esta manera, por cada 100 litros de lacto suero residual, se obtendrán por lo menos 250 litros de bebida refrescante.

Para la elaboración de estas bebidas se utiliza benzoato de sodio y la dosificación máxima es de 0.1 % (100 g de benzoato de sodio por cada 100 kg de bebida), el cual se aplica para preservar dicho alimento.

Es importante recordar que la función de un conservador es conservar una buena calidad que ya existe, pero no la puede mejorar. En otras palabras, además de usar el conservador, sigue siendo esencial usar buenas prácticas de manufactura (BPM).

En la figura 5.7 se muestra el proceso elaboración de una bebida hidratante.

5.3.5 Descripción del equipo a utilizar

▪ Datos de Partida

Para conseguir el objetivo marcado se partirá de los siguientes datos suministrados por la empresa en estudio:

- a) La empresa genera mensualmente 200 m³ de suero lácteo mensual con las siguientes características

Cuadro 5.13 **Resultados de análisis fisicoquímico del suero lácteo**¹⁰

Parámetro	Cantidad (p/p)
Grasa (%)	0.051
Proteína (%)	0.224
pH	6.15
Sólidos totales (%)	6.30
Lactosa (%)	5.1

Fuente: Análisis de Suero dulce en laboratorio, ver Anexo VII

- b) Por cada 100 litros de lacto suero residual, se obtendrán 250 litros de bebida refrescante saborizada.

¹⁰ Análisis de suero dulce realizados en Laboratorios Especializados en Control de Calidad ESEBESA SA de CV

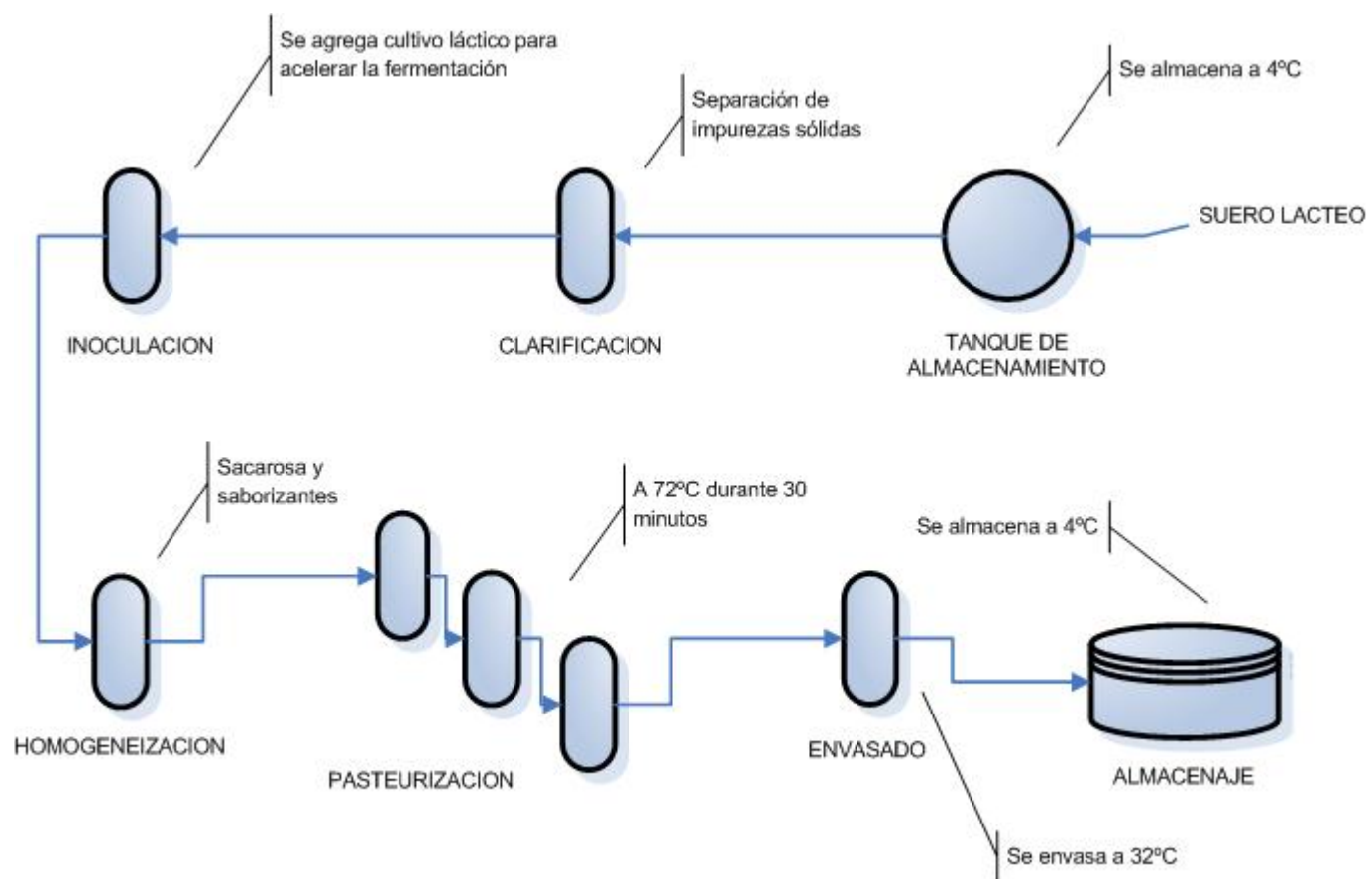


Figura 5.7 Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de una bebida a partir de suero dulce

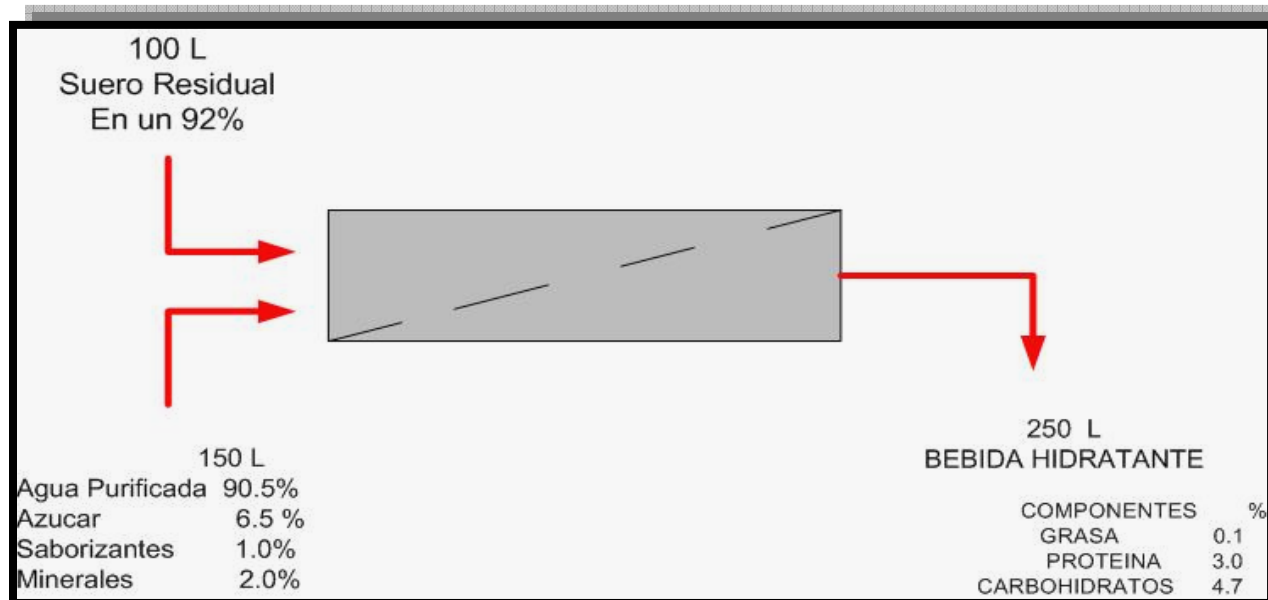


Figura 5.8 Balance de materia teórica del sistema de ultra filtración

5.3.6 Determinación de Costos de Maquinaria

a) Costos de Maquinaria

Los costos del equipo a utilizar para el procesar el suero lácteo residual y obtener suero lácteo para utilizarlo como materia prima en la elaboración de una bebida hidratante se muestra en el cuadro 5.14

Cuadro 5.14 Costos anuales de operación de los equipos del sistema

Equipo	Costo
Tanque Mezclador	\$11,000.00
Pasteurizador	\$14,800.00
TOTAL	US\$25,800.00

Fuente: Línea de Productos Fisher, 2004, ver Anexo X

b) Costos de funcionamiento

Cuadro 5.15 Costos anuales de operación de los equipos del sistema

Suministro	Costo
Agua de limpieza	\$ 25.50
Energía	\$ 950.00
Una persona encargada de equipo	\$ 1225.00
TOTAL ANUAL	US\$ 2,200.50

Fuente: Línea de Productos Fisher, 2004, ver Anexo X

El cálculo de los suministros descritos en el cuadro anterior se presenta en el Anexo X.

c) Costo Total

La inversión total se obtendrá a partir del costo total del sistema y de los costos anuales de operación del proceso productivo, el cual se presenta en el cuadro 5.16

Cuadro 5.16 Inversión neta del sistema de ultrafiltración

Inversión	Costo
Costo de Operación anual	US\$ 2,200.50
Equipo	US\$ 25,800.00
GRAN TOTAL	US\$ 28,000.50

5.2.8 Características del Producto a Obtener

El suero procedente de la elaboración de queso es un subproducto de alto valor nutritivo para la elaboración de bebidas; cuyo pH debe oscilar entre 6.6 y 6.7. Los contenidos nutricionales iniciales del suero lácteo no son modificados por el proceso biotecnológico al cual es sometido. Este producto cuenta con una gran aceptación debido a su alto contenido de valor nutritivo y a que constituye un producto cien por ciento natural.

La composición final de una bebida refrescante elaborada a partir de suero lácteo se muestra en el cuadro 5.17.

Cuadro 5.17 Componentes de bebida hidratante a partir de suero lácteo

Componente	Cantidad (%)
Grasa	0.1
Proteína	3.0
Carbohidratos	4.7
Minerales	0.7
Contenido Energético	28 Kcal/ 100 gr
pH	6.6

Fuente: Osorio L., 2005.

Beneficios de la proteína de suero en bebidas hidratantes:

- a) Las proteínas son fácilmente digeribles y proveen una energía adicional.
- b) Contienen altos niveles de aminoácidos como: leucina y isoleucina.
- c) Bajos en grasa y en colesterol.
- d) Beneficios económicos.

En la figura 5.9 se presenta un producto comercial de bebida hidratante elaborado a base de proteínas de suero lácteo. La empresa que produce estas bebidas se llama “BytFit”, además comercializa otros suplementos para deportistas a base de proteína de suero lácteo.



Figura 5.9 Presentación de bebida hidratante Comercial elaborada a partir de suero lácteo

5.4 Beneficios Ambientales en la reutilización del suero

El lacto suero o suero lácteo representa el 22.9% de las aguas residuales generadas por las empresas lácteas. El suero lácteo dulce produce una Demanda Química de Oxígeno (DQO) de aproximadamente 55,200 mg/l (0.0552 kg/L) y una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de aproximadamente 34,500 mg/l (PNUMA, 2002)

En general, 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 (Revista técnica ALCION, 2005)

De las empresas encuestadas (ver apartado 4.4), se tiene que el volumen promedio descarga de suero lácteo diario es de 14 m³ (14,000 Litros). El cual, el 67% de las empresas encuestadas descarga el suero a un cuerpo receptor (río, suelo, quebrada, entre otros) sin un previo tratamiento.

Con el objetivo de disminuir el impacto generado por la industria láctea, en la producción de queso, se utiliza este residuo lácteo para el procesamiento de nuevos productos, específicamente en la utilización de la proteína contenida en el suero y teniendo únicamente una pérdida de aproximadamente el 5% de la proteína que no podrá ser retenida en el filtro y pasará a la corriente del permeado (Revista técnica INTERCIENCIA, 1999); de esta manera se evitará desechar 5.6 toneladas anuales de proteínas al medio ambiente, ver Anexo XI.

Partiendo de una alimentación de suero lácteo a la planta de procesamiento de 8 m³ (8,000 litros), que es la cantidad descargada diariamente por la empresa en estudio, tenemos que al utilizar todo el concentrado de este residuo se obtendría una disminución de 434,928 kg de suero lácteo anual y una reducción de 9,225 mg de DQO / L de suero lácteo en la empresa de estudio, obteniendo una reducción del 17% de la carga contaminante generada por el suero lácteo; ver Anexo XII.

El permeado (lactosa en su mayoría), tras la separación de las proteínas, mantiene una considerable carga contaminante del suero, por lo que la separación no es la solución total al problema, sino una forma de rentabilizar un subproducto. Debido a lo anterior, se ha de realizar un tratamiento del efluente generado para disminuir la carga contaminante al ambiente en 46,125 mg de DQO / L de suero lácteo, obteniendo una reducción del 83.5% de la carga contaminante generada por el suero lácteo; ver Anexo XII.

Además se evitarían los costos de tratamiento de este suero que aproximadamente se invierten US\$2.00 por cada 1,000 litros de suero (Veenstra & Polspraset, 1998). Aunque se mantendrán ciertos costos de tratamiento para estos efluentes por su contenido de lactosa.

La producción anual de queso a nivel nacional para el 2001 fue de 21, 424,000 Kg de queso, ver Anexo II; y por cada kilogramo de queso producido se obtienen 6 Litros de suero lácteo, ver apartado 2.0. Por lo que a nivel nacional se están generando anualmente 128, 544,000 Litros de suero lácteo, los cuales no son reutilizados. Partiendo de los 200 m³ de suero lácteo que genera mensualmente la empresa en estudio, y añadiendo los 150 m³ de suero lácteo que generan en total las cinco empresas restantes encuestadas en este estudio; se tiene un total de 350 m³ de suero lácteo mensuales. Al ser re-utilizado en su totalidad para la producción de bebida hidratante, en cuyo proceso no se tiene ningún residuo (permeado), se alcanza una disminución del 4% de suero lácteo generado a nivel nacional y el 13% del suero lácteo generado a nivel industrial.

OBSERVACIONES

1. La utilización de tecnologías limpias y eficientes pueden permitir darle un valor agregado a un desecho, obteniendo así beneficios económicos en la generación de nuevos productos y a la vez beneficios ambientales con disminución de la carga contaminante hacia cuerpos receptores.
2. La calidad del suero lácteo generado en la empresa en estudio se clasifica como suero dulce con los parámetros de grasa al 0.051%, 0.224% de proteína, 6.3% de sólidos totales, 5.1% de lactosa y un pH de 6.15. Las características de este suero lácteo permitieron la selección de las tres alternativas en estudio.
3. La técnica de ultrafiltración por membranas es el sistema utilizado actualmente para la separación de la proteína del suero debido a que permite eliminar el riesgo de desnaturalización de los compuestos presentes en el suero, el diseño del equipo utiliza menor área de espacio dentro de la planta productiva, produce una alta retención de las proteínas del suero, no se utilizan productos químicos para la separación de los compuestos y tiene un consumo mínimo de agua.
4. La producción anual de queso se estima que es de 21, 424,000 Kg de queso. Por lo que a nivel nacional se estarían generando anualmente 128, 544,000 Litros de suero lácteo en los sectores industrial y artesanal. Cabe mencionar que el sector artesanal utiliza cierto porcentaje del suero generado para la producción de requesón, y el restante suero generado no es reutilizado para obtener nuevos productos y obtener tanto beneficios económicos como ambientales. El estudio se enfoca en disminuir el impacto ambiental generado por este residuo descargado en el sector lácteo industrial, con la recuperación de nutrientes como proteína, grasa y los otros constituyentes del suero.

CONCLUSIONES

1. Para la reutilización del suero lácteo se propusieron tres alternativas en este documento en las cuales la alternativa 1: extracción de proteína de suero WPC34 y se requeriría de una inversión total en equipo de US\$107,835; la alternativa 2: Elaboración de Yogurt a partir de suero lacteo la cual requeriría de una inversión de US\$28,000 y la alternativa 3: elaboración de una bebida hidratante y requeriría una inversión total de US\$90,613.
2. El beneficio ambiental obtenido en las alternativas 1 y 2 es similar debido a que solamente se utiliza el concentrado teniendo una disminución de 9,225 mg de DQO / L de suero lácteo, obteniendo una reducción del 17% de la carga contaminante; el beneficio de la alternativa 3 radica en una disminución 55,200 mg de DQO / L de suero lácteo, obteniendo una reducción del 100% de la carga contaminante dirigida al medio ambiente, además de cumplir con la norma medioambiental para la descarga de desechos.
3. Al reutilizar en su totalidad los 350 m³ mensuales de suero lácteo que se generan por las seis empresas entrevistadas en el estudio; y aplicando la alternativa de la producción de bebida hidratante a partir de suero lácteo, en cuyo proceso no se tiene ningún residuo (permeado), se reduciría la descarga ambiental en el 4% del suero lácteo generado a nivel nacional y el 13% del suero lácteo generado a nivel industrial.

RECOMENDACIONES

1. Aplicar tecnologías amigables con el ambiente en el desarrollo e implementación de los procesos en donde se utilizará el suero lácteo como materia prima para la elaboración de nuevos productos para garantizar que su reutilización contribuya a la disminución del impacto ambiental generado por la industria láctea.
2. Realizar un estudio técnico, económico y de mercado para la instalación de una planta de acopio procesadora del suero lácteo para buscar alternativas de uso del lactosuero generado en el sector industrial restante de este estudio y artesanal para disminuir el 96% restante de la descarga de este residuo al ambiente de este residuo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aquaren (2005); **“Cotización de sistema de ultrafiltración”**, Empresa Consultora, Suiza.
2. BCR (2001); **“Análisis de sector externo en importaciones y exportaciones anuales”**. Banco Central de Reserva de El Salvador, El Salvador.
3. CAMAGRO (2003); **“Informe de consumo de lácteos”**, Cámara Agropecuaria y Agroindustrial de El Salvador, El Salvador.
4. CENTA (1999); **“Estudio de producción animal, procesamiento y comercialización de productos de origen animal en el área periurbana de San Salvador”** Ministerio de Agricultura y Ganadería-Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador.
5. CNPML (2003); **“Producción más Limpia en el sector de los productos lácteos de El Salvador”**, Centro Nacional de Producción Mas Limpia, El Salvador.
6. CODEX ALIMENTARIUS (1995); **“Standard para suero en polvo”**, 2da. Edición, Volumen 13, Roma, Italia.
7. CONACYT (2002); **“Norma Salvadoreña de aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor”**, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; El Salvador.
8. CENTA-FAO (1999) **“ Informe anual de indicadores de crecimiento.”**, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal - Food and Agriculture Organization, El Salvador.

9. DYGESTIC (2005); **“Informe de censos de empresas de El Salvador”**, Dirección General de Estadísticas y Censos, Ministerio de Economía, El Salvador.
10. FAO (2003); **“Informe Anual de la Organización de Fomento Agropecuario de El Salvador”**; Food and Agricultura Organization, El Salvador.
11. FUSADES (2001), **“Informe económico y social del sector agropecuario”**, Fundación Salvadoreña para el desarrollo económico y social. El Salvador.
12. GRUPO PROYECT (2005); **“Cotización de Planta de ultrafiltración para la recuperación de sueros”**, Empresa Consultora, El Salvador.
13. Hanno-R Lehmann &Kart-Heinz Zettier (2003); **“Líneas de Procesamiento del Suero Lácteo”** GEA; División de separación Mecánica, Alemania.
14. Hugunin A. (1999), **“Fermentación de productos y elaboración de yogurt de suero lácteo”**, Dairy Export Council, 2ª Edición, Estados Unidos.
15. IET (2002); **“Mejores técnicas disponibles en la industria de alimentos, bebidas y lácteos”**, Instituto de Estudios Tecnológicos, Comisión Europea, España.
16. Keaton J. (2000); **“Productos de proteína de suero y lactosa en carnes procesadas”**, Centro de Investigación y Desarrollo, Universidad de Texas, Estados Unidos.
17. Lucey J. (2005); **“Proteínas del suero en alimentos”**, Escuela de Alimentos, Universidad de Wisconsin Madison, Chicago, Estados Unidos.
18. MAG (2003); **“Informe Anual del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador”**; Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador, El Salvador.

19. Osorio, L. (2005); **“Curso de desarrollo de nuevos productos alimenticios”**, Instituto Zamorano, Honduras.
20. PNUMA (2002); **“Cleaner production assessment in dairy processing”**; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Dinamarca
21. Pomareda, C. (2001) **“Políticas para la competitividad del sector lácteo en Honduras”** Servicios Internacionales para el Desarrollo Industrial, Tegucigalpa, Honduras.
22. Reventos M. (2003); **“Tecnología de membranas”**, Departamento de Ingeniería, Universidad Católica de Perú, Perú.
23. Revista técnica ALCION (2005); **“Revalorización del suero lácteo. Productos derivados de la lactosa de interés en la industria alimentaria”**, ALCION, Madrid, España.
24. Revista técnica INTERCIENCIA (1999); **“Proceso biotecnológico para la obtención de una bebida refrescante y nutritiva”**, INTERCIENCIA, Volumen 24, Colombia.
25. SIECA (2001); **“Base de datos de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana”**, Secretaría de Integración Económica Centroamericana, Guatemala.
26. Universidad Católica de Uruguay (2002), **“Tecnología de alimentos”**, Escuela de Alimentos, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Uruguay, Uruguay.
27. Van der Schans (2002); **“Valorización del suero”**, Universidad de Ciencias Aplicadas del occidente, Departamento de tecnología de alimentos, Suiza.
28. Veenstra & Polspraset (1998), **“Tratamiento de Aguas Residuales”**, Instituto Internacional de Ingeniería Ambiental, Holanda.

ANEXOS

ANEXO I. ARANCELES CENTROAMERICANOS PARA LOS PRODUCTOS

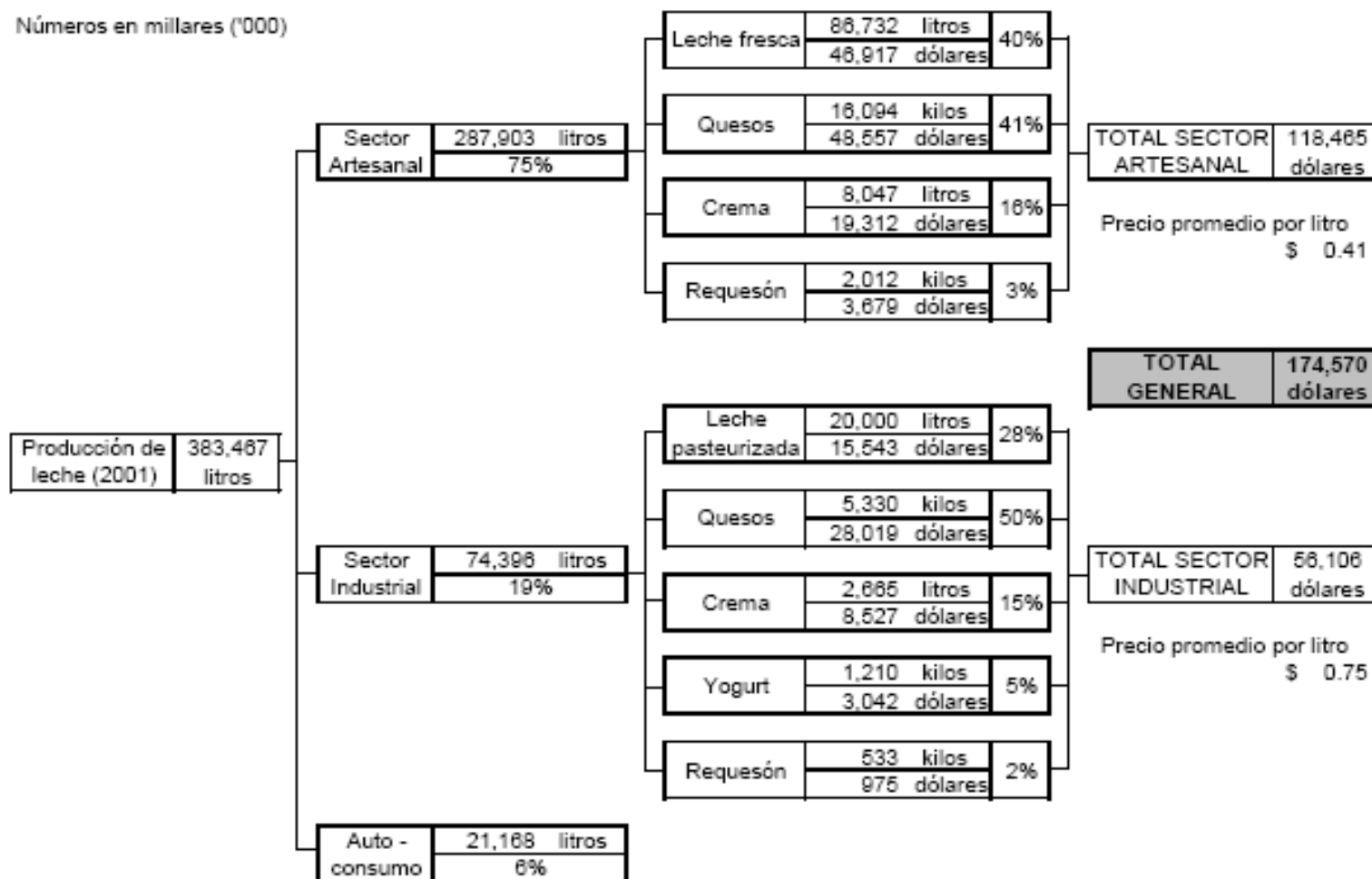
LACTEOS

Partida	Descripción	CR	ES	GT	HN	NI
401	LECHE Y NATA (CREMA), SIN CONCENTRAR, SIN ADICION DE AZUCAR NI OTRO EDULCORANTE					
0401.10.00	- Con un contenido de materias grasas inferior o igual al 1% en peso	65	40	15	15	15
0401.20.00	- Con un contenido de materias grasas superior al 1% pero inferior o igual al 6%, en peso	65	40	15	15	15
0401.30.00	- Con un contenido de materias grasas superior al 6% en peso.	65	40	15	15	15
Partida	Descripción	CR	ES	GT	HN	NI
402	LECHE Y NATA (CREMA), CONCENTRADAS O CON ADICION DE AZUCAR U OTRO EDULCORANTE					
0402.10.00	- En polvo, gránulos o demás formas sólidas, con un contenido de materias grasas inferior o igual al 1.5% en peso	65	20	15	15	40
402.2	- En polvo, gránulos o demás formas sólidas, con un contenido de materias grasas superior al 1.5% en peso:					
402.21	- - Sin adición de azúcar ni otro edulcorante:					
402.21.1	- - - Leche semidescremada (con un contenido de materias grasas inferior al 26% en peso):					
0402.21.11	- - - - En envases de contenido neto inferior a 3 kg	65	15	15	15	40
0402.21.12	- - - - En envases de contenido neto superior o igual a 3 kg	65	20	15	15	40
402.21.2	- - - Leche íntegra (con un contenido de materias grasas superior o igual al 26% en peso):					
0402.21.21	- - - - En envases de contenido neto inferior a 5 kg	65	15	15	5	20
0402.21.22	- - - - En envases de contenido neto superior o igual a 5 kg	65	15	15	5	40
0402.29.00	- - Las demás	65	15	15	15	40
402.9	- Las demás:					
402.91	- - Sin adición de azúcar ni otro edulcorante:					
0402.91.10	- - - Leche evaporada	10	20	10	10	10
0402.91.20	- - - Crema de leche	65	20	15	15	15
0402.91.90	- - - Otras	65	20	15	15	15
402.99	- - Las demás:					
0402.99.10	- - - Leche condensada	10	20	10	10	10
0402.99.90	- - - Otras	65	20	15	15	15
Partida	Descripción	CR	ES	GT	HN	NI
403	SUERO DE MANTEQUILLA, LECHE Y NATA (CREMA) CUAJADAS, YOGUR, KEFIR Y DEMAS LECHE Y NATAS (CREMAS)					
0403.10.00	- Yogur	65	40	15	15	15
403.9	- Los demás:					
0403.90.10	- - Suero de mantequilla	65	40	15	15	15
0403.90.90	- - Otros	65	40	15	15	15

CR=Costa Rica; ES=El Salvador; GT=Guatemala; HN=Honduras; NI=Nicaragua

ANEXO II. ESTIMACION DE VOLUMENES DE PRODUCTOS LACTEOS PARA EL 2001

Números en millares ('000)



Fuente: Análisis TechnoServe en base a datos del MAG y a entrevistas realizadas con los principales actores de la industria

**ANEXO III. NORMATIVA MEDIOAMBIENTAL PARA LA DESCARGA DE
DESECHOS A UN CUERPO RECEPTOR EN EL SALVADOR.**

Cuadro A.1 Valores máximos de parámetros de aguas residuales de tipo ordinario, para descargar a un cuerpo receptor.

ACTIVIDAD	DQO (mg./l)	DBO (mg./l)	Sólidos Sedimentables (ml./l)	Sólidos Suspendidos Totales (mg./l)	Aceites y grasas (mg./l)
Aguas residuales de tipo ordinario	100	60	1	60	20

Fuente: CONACYT (2002)

Cuadro A.2 Concentraciones máximas permisibles de parámetros para verter aguas residuales de tipo especial al cuerpo receptor por tipo de actividad.

ACTIVIDAD	DQO (mg./l)	DBO (mg./l)	Sólidos sedimentables (ml/l)	Sólidos Suspendidos totales (mg./l)	Aceites y grasas (mg./l)
Fabricación de productos lácteos	900	600	75	300	75
Elaboración de productos alimenticios diversos	400	150	15	150	45

Fuente: CONACYT (2002)

ANEXO IV. INSTRUMENTO PARA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

Instrumento para recopilación de Información

El lactosuero es uno de los materiales más contaminantes que existen en la industria alimenticia a nivel mundial, sin embargo es uno de los componentes más nutritivos que actualmente se desecha dentro de nuestra industria. El objetivo de desarrollar el presente trabajo de investigación es presentar alternativas de uso del suero lácteo. Dentro del siguiente cuestionario se recopilarán datos necesarios que nos ayudarán a presentar alternativas viables para la industria láctea y proyectar un mejor desarrollo industrial dentro de su empresa, por lo que de antemano agradecemos su colaboración en brindar la información requerida dentro de este cuestionario.

A. Información general de la empresa.

1. Nombre de la Empresa:

2. Número total de empleados

De 1 a 25

De 26 a 100

De 101 a 1000

Otros: _____

3. Cuales son los productos que procesa actualmente dentro de sus instalaciones.

Leche pasteurizada y homogenizada

Helados

Jugos

Cremas

Quesos y derivados

() Otros: _____

B. volúmenes de producción mensual

4. Cuales son los volúmenes de producción mensual en productos que generan suero lácteo.

() De 0.5 Ton a 10 Ton

() De 11 Ton a 30 Ton

() De 30 Ton a 50 Ton

() Más de 51 Ton

() Otros : _____

5. Genera Suero dulce en su empresa.

() Si

() No

6. Si los cuantifica indique que volúmenes genera.

() De 1 m³ a 25 m³

() De 26 m³ a 50 m³

() De 51 m³ a 75 m³

() Más de 76 m³

() Otros: _____

C. Disposición final de los desechos.

7. Existe segregación (separación) de las aguas residuales de los distintos productos o departamentos antes de ser descargadas a un cuerpo receptor.

a. Si existe segregación.

b. No, solo existe un canal de transporte de aguas residuales.

8. Cual es la disposición final de suero dulce generado

a. Se descarga a un cuerpo receptor sin tratamiento

b. Se descarga a un cuerpo receptor con tratamiento

c. Se reutiliza el suero en otros productos

9. Si el suero es descargado con tratamiento, que tipo de tratamiento utilizan.
- Físico (ej. Sedimentación)
 - Químico (ej. Aplicación de cal para normalizar el pH)
 - Biológico (ej. Aplicación de bacterias)
 - Combinación de los anteriores
 - Otros:_____
10. Si el suero es descargado con tratamiento, conoce el costo de tratamiento de los efluentes.
- Si conozco el costo de tratamiento.
 - No lo conozco con exactitud.
- Si lo conoce puede indicarnos de cuanto es: _____
11. Es de su conocimiento las normas para aguas residuales industriales descargadas a un cuerpo receptor
- Si conozco la normativa vigente
 - No la conozco.
12. Han realizado análisis de laboratorio (pH, DBO, DQO, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, entre otros) para conocer la calidad de las aguas residuales descargadas.
- Si las han realizado.
 - No han realizado.

D. Aplicación de nuevas tecnologías.

13. Si reutilizan el suero, en cuales productos lo utilizan (se lo agregan) o que productos generan.
- Quesos y derivados
 - Bebidas
 - Helados
 - Otros:_____

14. De estar interesado en darle un valor agregado a ese subproducto, que tipos de productos deseara producir.
- a. Helados
 - b. Quesos altamente proteicos
 - c. Bebidas hidratantes
 - d. Yogurt
 - e. Otros. _____
15. Estaría interesado en invertir en nuevas tecnologías para la recuperación del suero y generar nuevos productos.
- a. Si
 - b. No
16. Dentro de su empresa se aplican programas de control de calidad.
- Si
 - No
17. Cuales programas de Control de Calidad se aplican dentro de su empresa:
- Norma ISO 9000
 - Norma ISO 14000
 - HACCAP
 - BPM (Buenas practicas de Manufactura.
 - Otros: _____

ANEXO V. NORMA PARA SUERO LACTEO SEGÚN EL CODEX

Estándar para Suero Lácteo según CODEX STAN A-15-1995

1. ALCANCE

Este estándar se aplica a todo suero lácteo grado alimenticio generado, y a los polvos del suero lácteo que son procesados y obtenidos de la desmineralización del suero residual.

2. DESCRIPCION

Los polvos del suero son generados por el aerosol o el suero de sequía del rodillo, en ellos el contenido principal de grasa de la leche es removido. El suero lácteo es el líquido separado del crudo después de la coagulación de la caseína de la leche, de la crema; o de la leche desnatada o de la mantequilla en la fabricación del queso; así también de la caseína contenida en diferentes productos similares, principalmente con el tipo de enzimas del cuajo.

El suero ácido se obtiene después de la coagulación de la leche, de la crema, de la leche desnatada o de la mantequilla, principalmente con los ácidos del tipo usado para la fabricación de la caseína ácida comestible o del queso fresco.

3. FACTORES ESENCIALES DE LA COMPOSICIÓN Y DE CALIDAD.

Los factores para determinar la calidad del suero lácteo son los siguientes:

Cuadro A.3 Factores esenciales de la composición y calidad del suero dulce

COMPOSICION	Suero Dulce	Suero Ácido
Lactosa Mínima (Anhydrous)	61	61
Proteína Mínima (Total Nx6.38)%	11	10
Grasa Máxima	2	2
Humedad Máxima	5	4.5
Ceniza Máxima	9.5	15
PH (en solución al 10%)	< 5.1	> 5.1

Fuente: CODEX STAN A-15-1995

Cuadro A.4 Factores esenciales de la composición y calidad del Suero Ácido en Polvo

CRITERIOS	CONTENIDO MÍNIMO	CONTENIDO DE REFERENCIA	CONTENIDO MÁXIMO
Lactosa (a)	n.s.	61,0% (m/m)	n.s.
Proteína láctea (b)	7,0% (m/m)	n.s.	n.s.
Grasa láctea	n.s.	2,0% (m/m)	n.s.
Agua un solo	n.s.	n.s.	4,5% (m/m)
Ceniza	n.s.	n.s.	15,0% (m/m)
pH (en una solución al 10%)*	n.s.	n.s.	5,1

- acidez titulable (calculada como ácido láctico) =0,35%

Notas:

- ☒ Aunque los productos pueden contener tanto lactosa anhidra como monohidrato de lactosa, el contenido en lactosa se expresa como lactosa anhidra. 100 partes de monohidrato de lactosa contienen 95 partes de lactosa anhidra.
- ☒ El contenido en proteína es de 6,38 multiplicado por el nitrógeno total determinado.
- ☒ El contenido de agua no incluye el agua de la cristalización de la lactosa.

De acuerdo con la disposición de la sección 4.3.3 de la Norma General para la Utilización de Términos Lácteos, los sueros en polvo pueden modificarse en su composición de modo que cumplan con la composición final deseada, por ejemplo, la neutralización y la desmineralización.

Sin embargo, no se considera que las modificaciones referentes a la composición, más allá de los mínimos o máximos especificados arriba para la proteína láctea y agua, cumplan con lo dispuesto en la Sección 4.3.3.

4. ADITIVOS ALIMENTICIOS

Solamente pueden utilizarse, dentro de los límites especificados, los aditivos enumerados a continuación

- El peróxido de benzoilo se incluirá en la Norma, previa evaluación satisfactoria del JECFA en 2004

Cuadro A.5 Aditivos permitidos para utilizarse en el proceso del suero

N° INS	Nombre	Nivel máximo
	<i>Estabilizantes</i>	
331	Citratos de sodio	Limitado por las BPF
332	Citratos de potasio	
500	Carbonatos de sodio	
501	Carbonatos de potasio	
	<i>Reforzadores de la textura</i>	
508	Cloruro de potasio	Limitado por las BPF
509	Cloruro de calcio	
	<i>Reguladores de la acidez</i>	
339	Fosfatos de sodio	10 g/kg por separado o en combinación, expresado como P ₂ O ₅
340	Fosfatos de potasio	
450	Disfosfatos	
451	Trifosfatos	
452	Polifosfatos	
524	Hidróxido de sodio	Limitado por las BPF
525	Hidróxido de potasio	
526	Hidróxido de calcio	
	<i>Agentes antiaglomerantes</i>	
170(i)	Carbonato de calcio	10 g/kg por separado o en combinación
341(iii)	Ortofosfato tricálcico	
343(iii)	Ortofosfato trimagnesio	
460	Celulosa	
504(i)	Carbonato de magnesio	
530	Óxido de magnesio	
551	Dióxido de silicio amorfo	
552	Silicato de calcio	
553	Silicatos de magnesio	

... Continúa Cuadro A.5

Nº INS	Nombre	Nivel máximo
554	Silicato de aluminio y sodio	
556	Silicato de aluminio y calcio	
559	Silicato de aluminio	
1442	Fosfato de dialmidón hidroxipropilado	

5. CONTAMINANTES

Los **METALES PESADOS** en productos cubiertos por este estándar se conformarán con los límites máximos establecidos por la Comisión Alimentaria del CODEX. En detalle, los límites siguientes de máximo se aplican a:

- Plomo 1 mg/Kg
- Cobre 5 mg/kg
- Hierro
 1. En polvo secado a presión de aire 20 mg/kg
 2. En el polvo secado rodillo 50 mg/kg

6. RESIDUOS DE PESTICIDA

Los productos cubiertos por este estándar se conformarán con esos límites máximos del residuo establecidos por la comisión alimentarius del código.

7. HIGIENE

1. Se recomienda que los productos cubiertos por las provisiones de este estándar estén preparados y manejados de acuerdo con las secciones apropiadas del código de la práctica internacional recomendado, y otros textos relevantes del código tales como códigos de la práctica higiénica y códigos de la práctica.
2. Desde la producción de materia prima hasta el punto de consumo, los productos cubiertos por este estándar deben estar conforme a una combinación de las medidas de control, en las que se incluyen, por ejemplo, la pasteurización. Éstas se deben demostrar para alcanzar el nivel apropiado de la protección sanitaria pública.

3. Los productos deben conformarse con cualquier criterio microbiológico establecido de acuerdo con los principios para el establecimiento y el uso de los criterios microbiológicos para los alimentos.

ETIQUETADO DE LOS PRODUCTOS.

El etiquetado de los productos pre-ensamblados y cubiertos por este estándar; deben etiquetarse de acuerdo con el estándar general del código para el etiquetado de alimentos pre-ensamblados.

1. El nombre del alimento será: *polvo del suero de la categoría alimenticia*, según polvo ácido del suero de la categoría alimenticia de la composición especificada en 3.3
2. Donde la leche con excepción de la leche de vaca que se utiliza para la fabricación del producto o de cualquier parte de este, una de las palabras que denotan el animal o los animales del donde la leche es derivada; debe ser insertada inmediatamente antes o después de la designación del producto
3. El etiquetado de los envases de la No-venta al por menor, debe incluir la información requerida en las secciones 4.1 a 4.8 del estándar general para el etiquetado de alimentos pre-ensamblados y de instrucciones del almacenaje; si estuvo requerida será dado en el envase o en documentos de acompañamiento. Sin embargo, el nombre del producto, identificación de la porción, y el nombre y dirección del fabricante aparecerá en el empaque.

La denominación de los productos cuyo contenido de grasa o lactosa estén por debajo o por encima de los niveles de contenido de referencia estipulados en la Sección 3.3 de esta Norma estará acompañada por una denominación adecuada que describa la modificación efectuada y/o el contenido graso, respectivamente, ya sea como parte del nombre o en un lugar prominente en el mismo campo visual.

El término “dulce” deberá agregarse al nombre del suero en polvo, siempre y cuando el suero en polvo reúna los siguientes criterios en su composición:

Cuadro A.6 Características del Suero Dulce

Lactosa mínima:	65%
Proteína mínima:	11%
Ceniza máxima	8,5%
PH (solución al 10%)*:	>6

Fuente: CODEX STAN A-15-1995

ANEXO VI. METODOS DE ANALISIS Y MUESTREOS PARA PRODUCTOS**LACTEOS.****Cuadro A.7 Requisitos/especificaciones en las normas (excepto aditivos alimentarios)**

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
Productos lácteos	Cobre ≤5 mg/kg (suero en polvo, productos comestibles de caseína) ≤0,05 mg/kg (mantequilla, productos de grasa de leche)	FIL Norma 76 ^a : 1980 ISO 5738: 1980 AOAC 960.40 (Método general del Codex)	Fotometría, dietilditiocarbamato	Tipo III
Productos lácteos	Cobre ≤5 mg/kg (suero en polvo, productos comestibles de la caseína) ≤0,05 mg/kg (mantequilla, productos de grasa láctea)	AOAC 971.20 (Método general del Codex)	Espectrofotometría por absorción atómica	Tipo II
Productos lácteos(no destinados a helados comestibles)	Grasa	FIL Norma 126 ^a :1988 ISO 8262-3:1987	Gravimetría (Weibull-Berntrop)	
Productos lácteos	Hierro ≤20 mg/kg (suero en polvo secado por pulverización, productos comestibles de caseinato excepto caseinatos deshidratados mediante cilindros), ≤50 mg/kg (suero en polvo y caseinatos desecados mediante cilindros) ≤2,0 mg/kg (mantequilla) ≤0,2mg/kg (productos de grasa de leche)	FIL Norma 103 ^a :1986 ISO 6732:1985	Fotometría, batofenantrolina	Tipo IV

... Continúa Cuadro A.7

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
Productos lácteos	Hierro ≤20 mg/kg (suero en polvo secado por pulverización, productos comestibles de caseinato excepto caseinatos deshidratados mediante cilindros), ≤50 mg/kg (suero en polvo y caseinatos desecados mediante cilindros) ≤2,0 mg/kg (mantequilla)	NMKL 139.1991 (Método general del Codex)	Espectrofotometría por absorción atómica	Tipo II
Productos lácteos	Toma de muestras	FIL Norma 50C:1995 ISO 707:1997 AOAC 968.12	Instrucciones generales	-
Productos lácteos	Toma de muestras	FIL Norma 113 ^a :1990 ISO 5538:1987	Inspección por atributos	-
Productos lácteos	Toma de muestras	FIL Norma 136 ^a : 1992 ISO 8197:1988	Instrucciones generales	-
Productos lácteos	Toma de muestras de leche de los tanques de transporte	AOAC 970.26		-
Mantequilla A-1	Plomo ≤0,05 mg/kg	AOAC 972.25 (Método general del Codex)	Espectrofotometría por absorción atómica	Tipo II
Mantequilla A-1	Sólidos lácteos no grasos ≤2%	FIL Norma 80: 1977 ISO 3727: 1977 AOAC 920.116	Gravimetría	En revisión
Mantequilla A-1	Grasa de leche ≥80%	FIL Norma 80: 1977 ISO 3727:1977 AOAC 938.06	Gravimetría	En revisión
Mantequilla A-1	Toma de muestras	FIL Norma 50C: 1995	Instrucciones generales	-

... Continúa Cuadro A.7

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
		ISO 707: 1997 AOAC 968.12		
Mantequilla A-1	Agua <=16%	FIL Norma 80: 1977 ISO 3727:1977 AOAC 920.116	Gravimetría	En revisión
Queso A-6, C	Grasa (especificada en las normas individuales)	FIL Norma 5B: 1986 ISO 1735: 1987 AOAC 933.05	Gravimetría (Röse- Gottlieb)	En revisión
Queso A-6, C	Humedad (especificada en las normas individuales)	AOAC 926.08	Gravimetría, estufa de vacío	
Queso A-6, C	Toma de muestras	FIL Norma 50C: 1995 ISO 707: 1997 AOAC 9698.12	Instrucciones generales	En revisión
Queso A-6, C	Sólidos (especificados en las normas individuales)	FIL Norma 4 ^a : 1982 ISO 5534: 1985	Gravimetría, secado a 102°C	
Queso A-6, C	Sólidos	AOAC 926.08	Estufa de vacío	
Queso, C	Extracto seco	Métodos por determinar		
Quesos en salmuera A-17	Extracto seco >=40% (queso blando), >=52% (queso semiduro)	FIL Norma 4 ^a :1982 ISO 5534:1985	Gravimetría, secado a 102°C	
Quesos en salmuera A-17	Extracto seco >=40% (queso blando), >=52% (queso semiduro)	AOAC 926.08	Gravimetría, estufa de vacío	
Quesos en salmuera A-17	Grasa en extracto seco >=40% (queso blando y semiduro)	FIL Norma 5B: 1986 ISO 1735: 1987 AOAC 933.05	Gravimetría (Röse- Gottlieb)	En revisión
Nata (crema) A-9	Caseinatos <=0,1%	NO SUSCEPTIBLE DE ANALISIS		

... Continúa Cuadro A.7

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
Nata (crema) A-9	Gelatina y almidón <=6 g/kg solos o combinados y/o en combinación con agentes espesantes/modificadores	AOAC 920.112		Ensayo cualitativo para determinar la presencia o ausencia
Nata (crema) A-9	Tratamiento térmico	Método por determinar		Cuando se especifica una disposición
Nata (crema) A-9	Sólidos lácteos no grasos <=2%	POR COMPROBAR		
Nata (crema) A-9	Grasa de leche >=18% (nata, sin reservas), >=10%(nata, con reservas), >=30% (nata para montar)	FIL Norma 16C:1987 ISO 2450:1985 AOAC 995.19	Gravimetría (Röse- Gottlieb)	En revisión
Nata (crema) A-9	Toma de muestras	FIL Norma 50C:1995 ISO 707:1997 AOAC 968.12	Instrucciones generales	-
Emulsiones lácteas para untar	Grasa 59-61% (mantequilla con 75% de grasa), 39-41% (mantequilla con 50% de grasa)	POR COMPROBAR		
Emulsiones lácteas para untar	Plomo <=0,05 mg/kg	Método por determinar		
Productos comestibles de caseína A-18	Cenizas (incluido P ₂ O ₅) >=7,5% (caseína del cuajo), <=2,5% (caseína ácida)	FIL Norma 90:1979 (Conf.1986) ISO 5545:1978	Horno, 825°C	
Productos comestibles de caseína A-18	Caseína en proteína >=95%	Método en elaboración		
Productos	Acido graso	FIL Norma	Titulometría,	Tipo IV

... Continúa Cuadro A.7

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
comestibles de caseína A-18	$\leq 0,27$ ml 0,1 N NaOH/g	91:1979 (Conf. 1986) ISO 5547:1978	extracto acuoso	
Productos comestibles de caseína A-18	Lactosa $\leq 1,0\%$	FIL Norma 106:1982 ISO 5548:1980	Fotometría, fenol y H_2SO_4	Tipo IV
Productos comestibles de caseína A-18	Plomo ≤ 1 mg/kg	FIL Norma 133 ^a :1992 ISO DIS 673	Espectrofotometría, 1,5-difenil- tiocarbazona	
Productos comestibles de caseína A-18	Plomo ≤ 1 mg/kg	AOAC 972.25 (método general del Codex)	Espectrofotometría por absorción atómica	Tipo II
Productos comestibles de caseína A-18	Plomo ≤ 1 mg/kg	AOAC 982.23 (método general del Codex)	Voltametría de separación anódica	Tipo III
Productos comestibles de caseína A-18	Plomo ≤ 1 mg/kg	NMKL 139.1991 (método general del Codex)	Espectrometría por absorción atómica	Tipo III
Productos comestibles de caseína A-18	Grasa de leche $\leq 2,0\%$	FIL Norma 127 ^a : 1988 ISO 5543:1986	Gravimetría (Schmidt- Bondzynski- Ratslaff)	
Productos comestibles de caseína A-18	Humedad $\leq 12\%$ (caseína del cuajo y caseína ácida), $\leq 8\%$ (caseinatos)	FIL Norma 78C:1991 ISO 5550:1978	Gravimetría, secado a $102^\circ C$	
Productos comestibles de caseína A-18	pH $\leq 7,5$ (caseinatos)	FIL Norma 115 ^a :1989 ISO 5546:1979	Electrometría	Tipo IV
Productos comestibles de caseína A-18	Proteína (N total $\times 6,38$ en extracto seco) $\geq 84\%$ (caseína del cuajo), $\geq 90\%$ (caseína ácida), $\geq 88\%$ (caseinatos)	FIL Norma 92:1979 (Conf.1986) ISO 5549:1978	Titulometría, Kjeldahl	Tipo IV
Productos comestibles de	Toma de muestras	FIL Norma 50C:1995	Instrucciones generales	-

... Continúa Cuadro A.7

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
caseína A-18		ISO 707:1997 AOAC 968.12		
Productos comestibles de caseína A-18	Sedimento (partículas sobre calentadas) (en 25 g) <=15 mg (caseína del cuajo), <=22,5 mg (caseína ácida, caseinatos secados por pulverización), <=81,5 mg (caseinatos secados por cilindros)	FIL Norma 107ª:1995 ISO 5739:1983	Comparación visual con discos estándar después de la filtración	Tipo IV en revisión
Leches evaporadas A-3	Sólidos lácteos no grasos >=11,5% (leche evaporada rica en grasa)	Método por determinar		
Leches evaporadas A-3	Grasa de leche >=7,5% (leche evaporada), <=1,0%(leche evaporada desnatada), >1,0% y <7,5% (leche evaporada parcialmente desnatada), >=15,0% (leche evaporada rica en grasa)	FIL Norma 13C:1987 ISO 1737:1985 AOAC 945.48G	Gravimetría (Röse-Gottlieb)	En revisión
Leches evaporadas A-3	Proteína (en sólidos lácteos no grasos) >=34%	AOAC 945.48H	Kjeldahl	
Leches evaporadas A-3	Toma de muestras	FIL Norma 50C:1995 ISO 707:1997 AOAC 968.12	Instrucciones generales	-
Leches evaporadas A-3	Sólidos >=25% (leche evaporada), >=20% (leche evaporada desnatada, leche evaporada parcialmente desnatada)	FIL Norma 21B:1987 ISO 6731:1989 AOAC 945.48D	Gravimetría, secado a 98-100°C	

... Continúa Cuadro A.7

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
Leches fermentadas A-11 ^a	[Sólidos lácteos no grasos (no se especifica el nivel)]	Método por determinar		Cuando se especifica una disposición
Leches fermentadas A-11 ^a	[Proteína en sólidos lácteos no grasos $\geq 34\%$ (excepto cumís)]	Método por determinar		
Leches fermentadas A-11 ^a	Acido láctico $\geq 0,6\%$ (p/v) (yogur, leche acidófila, leche acidificada, leche de manteca acidificada, leche fermentada que contiene bifidobacterias, kefir), $\geq 0,7\%$ (p/v) (cumís)	FIL Norma 150:1991 ISO 11869:1997	Potenciometría	2
Leches fermentadas A-11 ^a	Acido láctico $\geq 0,6\%$ (p/v) (yogur, leche acidófila, leche acidificada, leche de manteca acidificada, leche fermentada que contiene bifidobacterias, kefir), $\geq 0,7\%$ (p/v) (cumís)	AOAC 93705	Espectrofotometría (para el lactato en leche y productos lácteos)	
Leches fermentadas A-11 ^a	Proteína $\geq 2,8\%$ (p/v) (excepto cumís)	FIL Norma 20B:1993 ISO CD 8968 AOAC 991.20-23	Titulometría (Kjeldahl)	
Leches fermentadas A-11 ^a	Toma de muestras	FIL Norma 50C:1995 ISO 757:1997 AOAC 968.12	Instrucciones generales	-
Leches fermentadas (Leche acidófila) A-11 ^a	<i>Lactobacillus acidophilus</i> $\geq 10^7$ ufc/g	Método en elaboración		
Leches	Bacterias mesofílicas que	Método o		

... Continúa Cuadro A.7

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
fermentadas (leche acidificada, leche de manteca acidificada) A-11 ^a	producen ácido láctico, en un sólo cultivo o en cultivos combinados $\geq 10^7$ ufc/g o en el caso de bifidobacterias	métodos por determinar		
Leches fermentadas (leche fermentada que contiene bifidobacterias) A-11 ^a	Bifidobacterias $\geq 10^6$ ufc/g	Método en elaboración		
Leches fermentadas (kefir) A-11 ^a	<i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>Saccharomyces omnisporus</i> , <i>S.cerevisiae</i> y <i>S.exiguus</i> $\geq 10^4$ ufc/g	Método por determinar		
Leches fermentadas (kefir) A-11 ^a	<i>Lactobacillus kefir</i> y especies de <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactococcus</i> y <i>Acetobacter</i> $\geq 10^7$ ufc/g	Método por determinar		
Leches fermentadas (cumís) A.11 ^a	<i>Kluyveromyces marxianus</i> $\geq 10^4$ ufc/g	Método por determinar		
Leches fermentadas (cumís) A-11 ^a	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subespecie <i>bulgaricus</i> $\geq 10^7$ ufc/g	Método por determinar		
Leches fermentadas (yogur) A-11 ^a	<i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subespecie <i>bulgaricus</i> $\geq 10^7$ ufc/g	FIL Norma 117 ^a :1988	Recuento de colonias a 37°C	
Leches fermentadas (yogur) A-11 ^a	<i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subespecie <i>bulgaricus</i>	FIL Norma 146:1991	Ensayo para identificación	En revisión

... Continúa Cuadro A.7

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
	$\geq 10^7$ ufc/g			
Leche y nata (crema) en polvo A5/A10	Grasa de leche $\geq 42\%$ (nata en polvo), $> 26\%$ y $< 43\%$ (leche entera en polvo), $> 1,5\%$ y $< 26\%$ (leche en polvo parcialmente desnatada), $< 1,5\%$ (leche desnatada en polvo)	FIL Norma 9C:1987 ISO 1736:1985 AOAC 932.06	Gravimetría (Rosé-Gottlieb)	En revisión
Leche y nata (crema) en polvo A5/A10	Proteína en sólidos lácteos no grasos $\geq 34\%$	FIL Norma 20B:1993 ISO CD 8968 AOAC 991.20-23	Titulometría, Kjeldahl	Tipo IV
Leche y nata (crema) en polvo A5/A10	Toma de muestras	FIL Norma 50C:1995 ISO 707:1997 AOAC 968.12	Instrucciones generales	-
Leche y nata (crema) en polvo A5/A10	Agua $\leq 5\%$	FIL Norma 26ª:1993	Gravimetría, secado a 102°C	Tipo IV
Productos lácteos obtenidos a partir de leches fermentadas sometidas a tratamiento térmico después de la fermentación A-11b	[Sólidos lácteos no grasos (no se especifica el nivel)]	Por determinar		Cuando se especifica una disposición
Productos lácteos obtenidos a partir de leches fermentadas sometidas a tratamiento térmico después de la	[Proteína en sólidos lácteos no grasos $\geq 34\%$]	Método por determinar		

... Continúa Cuadro A.7

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
fermentación A-11b				
Productos lácteos obtenidos a partir de leches fermentadas sometidas a tratamiento térmico después de la fermentación A-11b	[Sólidos no grasos (no se especifica el nivel)]	Método por determinar		
Productos lácteos obtenidos a partir de leches fermentadas sometidas a tratamiento térmico después de la fermentación A-11b	Proteína ≥2,8% (p/v)	FIL Norma 20B: 1993 ISO CD 8968 AOAC 991.20-23	Titulometría (Kjeldahl)	
Productos lácteos obtenidos a partir de leches fermentadas sometidas a tratamiento térmico después de la fermentación A-11b	Toma de muestras	FIL Norma 50C: 1995 ISO 707:1997 AOAC 968.12	Instrucciones generales	-
Productos de grasa de leche A-2	Ciertos antioxidantes (utilización o no utilización)	FIL Norma 165: 1993	Cromatografía ligera en gradiente de fase invertida	En revisión
Productos de grasa de leche A-2	Acidos grasos libres (expresados en ácido oleico)	FIL Norma 6B: 1989 ISO 1740: 1991	Titulometría	

... Continúa Cuadro A.7

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
	<=0,3% (grasa de leche anhidra, aceite de mantequilla anhidro) <=0,4% (grasa de leche, aceite de mantequilla, ghee)	AOAC 969.17		
Productos de grasa de leche A-2	Grasa de leche >=99,8% (grasa de leche anhidra, aceite de mantequilla anhidro) >=99,6% (grasa de leche, aceite de mantequilla, ghee)	FIL Norma 24:1964	Gravimetría (cálculo para contenido de sólidos no grasos y agua)	Tipo IV
Productos de grasa de leche A-2	Índice de peróxido (expresado en miliequivalentes de oxígeno/kg de grasa) <=0,3 (grasa de leche anhidra, aceite de mantequilla anhidro), <=0,6 (grasa de leche, aceite de mantequilla, ghee)	FIL Norma 74 ^a : 1991 ISO 3976: 1977	Fotometría, FeCl ₃ /NH ₄ CNS	Tipo IV
Productos de grasa de leche A-2	Toma de muestras	FIL Norma 50C:1995 ISO 707: 1997 AOAC 968.12	Instrucciones generales	-
Productos de grasa de leche A-2	Grasa vegetal (exento de grasa vegetal)	FIL Norma 32:1965 ISO 3595: 1976 AOAC 955.34 ^a	Ensayo de acetato de fitosterilo	En revisión
Productos de grasa de leche A-2	Grasa vegetal (esteroles) (exento de grasa vegetal)	FIL Norma 54:1970 ISO 3594:1976 AOAC 970.50 ^a	Cromatografía gas-líquido	En revisión
Productos de grasa de leche A-2	Agua <=0,1% (grasa de leche anhidra, aceite de mantequilla anhidro)	FIL Norma 23 ^a : 1988 ISO DIS 5536	Titulometría (□art Fischer)	
Productos de	Extracto seco	FIL Norma 4 ^a :	Gravimetría, secado	

... Continúa Cuadro A.7

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
queso elaborado A-8	$\geq 20\%$	1982 ISO 5534:1985	a 102°C	
Productos de queso elaborado A-8	Extracto seco $\geq 20\%$	AOAC 926.08	Gravimetría, estufa de vacío	
Productos de queso elaborado A-8	Gelatina y almidón $\geq 10\text{g/kg}$ solos o combinados y/o en combinación con estabilizadores/espesantes (preparados de queso elaborado)	AOAC 940.24 (queso "cottage")		Ensayo cualitativo para determinar la presencia o ausencia
Productos de queso elaborado A-8	Grasa de leche (en seco) (no se especifica el nivel)	FIL Norma 5B:1986 ISO 1737: 1987 AOAC 933.05	Gravimetría (Röse-Gottlieb)	En revisión
Leches condensadas azucaradas A-4	Sólidos lácteos no grasos $\geq 20,0\%$ (leche condensada azucarada parcialmente desnatada), $\geq 14,0\%$ (leche condensada azucarada rica en grasa)	Método por determinar		
Leches condensadas azucaradas A-4	Grasa de leche $\geq 8,0\%$ (leche condensada azucarada), $\leq 1,0\%$ (leche condensada azucarada desnatada), $> 1,0\%$ y $> 8,0\%$ (leche condensada azucarada parcialmente desnatada), $> 16,0$ por ciento (leche condensada azucarada rica en grasa)	FIL Norma 13C:1987 ISO 1737: 1985 AOAC 920.115F	Gravimetría (Röse- Gottlieb)	En revisión
Leches condensadas azucaradas A-4	Proteína (en sólidos lácteos no grasos) $\geq 34\%$	AOAC 920.115G	Titulometría, Kjeldahl	
Leches condensadas azucaradas A-4	Toma de muestras	FIL Norma 50C: 1995 ISO 707: 1997 AOAC 968.12	Instrucciones generales	-
Leches	Sólidos	FIL Norma 15B:	Gravimetría, secado	Tipo IV

... Continúa Cuadro A.7

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
condensadas azucaradas A-4	> =28% (leche condensada azucarada), > =24% (leche condensada azucarada desnatada, leche condensada azucarada parcialmente desnatada)	1991 ISO 6734: 1989	a102 °C	
Leches condensadas azucaradas A-4	Sólidos > =28% (leche condensada azucarada), > =24% (leche condensada azucarada desnatada, leche condensada azucarada parcialmente desnatada)	AOAC 920.115D	Gravimetría, estufa de vacío	
Yogur azucarado A-11 ^a	Etanol > =0,5 % (p/v) (cumís)	Método por determinar		
Queso no madurado A-19	Gelatina y almidón < =5g/kg	Método por determinar		
Queso no madurado, incluido queso fresco A-19	Extracto seco [no se ha decidido (queso no madurado/fresco)] > =3,5% (queso de nata)	FIL Norma 4 ^a :1982 ISO 5534:1985	Gravimetría, secado a 102°C	
Queso no madurado, incluido queso fresco A-19	Extracto seco [no se ha decidido (queso no madurado/fresco)] > =3,5% (queso de nata)	AOAC 920.08	Gravimetría, estufa de vacío	
Queso no madurado, incluido queso fresco A-19	Grasa en extracto seco > =60% (queso de nata)	Método por determinar		
Queso no madurado, incluido el queso fresco A-19	Proteína > =60% (en extracto seco exento de grasa de leche sin adición de alimentos y aromatizantes)	FIL Norma 20B: 1993 ISO CD 8968 AOAC 991.20	Titulometría, Kjeldahl	
Queso de suero A-7	Grasa (en seco) > =33% (queso de suero)	FIL Norma 59 ^a : 1986	Gravimetría (Röse-Gottlieb)	En revisión

... Continúa Cuadro A.7

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
	cremoso), > =10% y < 33% (queso de suero), <10% (queso de suero desnatado)	ISO 1854: 1987 AOAC 974.09		
Queso de suero A-7	Toma de muestras	FIL Norma 50C: 1995 ISO 707: 1997 AOAC 968.12	Instrucciones generales	-
Suero en polvo A-15	Cenizas < =9,5% (suero en polvo), < =15,0% (suero ácido en polvo)	FIL Norma 90: 1979 (conf. 1986) ISO 5545:1978	Horno, 825°C	
Suero en polvo A-15	Grasa < =2%	FIL Norma 9C: 1987 ISO 1736:1985 AOAC 932.06	Gravimetría (Röse-Gottlieb)	En revisión
Suero en polvo A-15	Lactosa (expresada en lactosa anhidra) > =61,0%	FIL Norma 79B:1991 ISO CD 5765	Método enzimático: fracción de la glucosa (método A), fracción de la galactosa (método B)	En revisión
Suero en polvo A-15	Plomo < = 1mg/kg	AOAC 972.25 (Método general del Codex)	Espectrofotometría por absorción atómica	
Suero en polvo A-15	Humedad “inexistente” < =5,0% (suero en polvo), < = 4,5% (suero ácido en polvo)	FIL Norma 58:1970 (conf. 1993) ISO 2920: 1974	Gravimetría, secado a 880°C	
Suero en polvo A-15	pH (en solución al 10%) > 5,1 (suero en polvo), < =5,1 (suero ácido en polvo)	POR COMPROBAR		
Suero en polvo A-15	Proteína (N total × 6,38) > =11% (suero en polvo), > =10% (suero ácido en polvo)	FIL Norma 92:1979 (conf. 1986) ISO 5549:1978	Titulometría, Kjeldahl	Tipo IV
Suero en polvo	Toma de muestras	FIL Norma	Inspección por	-

... Continúa Cuadro A.7

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
A-15		113 ^a :1990 ISO 5538:1987	atributos	

Tipo I: Los métodos de análisis “de definición” del Codex

Tipo II: La “aceptación” de normas del Codex que contienen Métodos de análisis “de referencia” del Codex

Tipo III: La “aceptación” de normas del Codex que contengan Métodos de análisis “alternativos aprobados” del Codex

Tipo IV: El Comité del Codex sobre Métodos de Análisis y Toma de Muestras no ha demostrado todavía la fiabilidad de los “métodos provisionales”

Cuadro A.8 Métodos establecidos para aditivos alimentarios

PRODUCTO	DISPOSICION	METODO	PRINCIPIO	Nota
Productos de queso elaborado	Fosfato añadido (expresado en fósforo)	FIL Norma 51B:1991	Cálculo	Tipo IV
Productos de queso elaborado	Emulsionantes del citrato	FIL Norma 52 ^a :1992 ISO 12082:1997	Cálculo a partir del contenido de ácido cítrico y lactosa	Tipo IV
Productos de queso y de queso elaborado	Acido cítrico	FIL Norma 34C: 1992	Método enzimático	
Productos de queso y de queso elaborado	Acido cítrico	AOAC 976.15 ISO 2963:1997	Fotometría	
Queso (y corteza de queso)	Natamicina	FIL Norma 140 ^a :1992 ISO 9233:1991	Espectrofotometría por absorción molecular y cromatografía en fase líquida de alta resolución (extracción)	
Productos de queso elaborado	Fósforo	FIL Norma 33C:1987 ISO 2962:1984 AOAC 990.24	Espectrofotometría, molibdato- ácido ascórbico	

ANEXO VII. ANALISIS DE LABORATORIO DE MUESTRA DE SUERO LACTEO**Laboratorios Especializados en Control de Calidad****ESEBESA S.A. DE C.V.**

Inscripción en C.S.S.P. No. 357.

Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador. C.A.

Telefax: (503)2226-5223 • 2226-7042 • 2235-4836 • www.lecc.com.sv • e-mail: lablecc@telesal.net

INFORME DE ANÁLISIS


NOMBRE DE LA MUESTRA:	SUERO DULCE	CONTROL:	33,743
FORMA FARMACÉUTICA:	---	LOTE:	---
PROCEDENCIA:	Centro Nacional de Producción más Limpia	F. FAB.:	---
REFERENCIA:	AOAC International 16th. Ed.	VENCE:	---
DESCRIPCIÓN:	Líquido de color amarillo pálido, contenido en garrafa plástica.	F. ANÁLISIS:	11/11/05
		F. EMISIÓN:	30/11/05

RESULTADOS

DETERMINACIÓN	RESULTADO	LIMITES	MÉTODO
pH	3.95	---	Potenciométrico
Proteínas	0.224%	---	Kjeldahl
Grasas	0.051%	---	Gravimétrico
Sólidos Totales	6.30%	---	---

OBSERVACIONES: El informe corresponde a la muestra remitida y ensayada

Pág. 1 de 1


Lic. Alma Jeanethe Mina Lara
Químico Farmacéutico.

Lic. ALMA JEANETHE MINA LARA
QUÍMICO FARMACÉUTICO
Insc. J. V. P. Q. F. No. 1004

REPUBLICA DE EL SALVADOR
C. S. S. P.
LABORATORIOS ESPECIALIZADOS EN
CONTROL DE CALIDAD
No. de Inscripción 357
Prop. ESEBESA, S.A. DE C.V.
San Salvador, Depto. San Salvador

Nota: El valor de pH (pH = 3.95) se analizó nuevamente (se muestra en la siguiente figura) en el laboratorio, debido a la discrepancia con los valores estándar teóricos de suero dulce, para corroborar su validez.



Laboratorios Especializados en Control de Calidad
ESEBESA S.A. DE C.V.

Inscripción en C.S.S.P. No. 357.
 Calle San Antonio Abad No. 1965, San Salvador, El Salvador, C.A.
 Telefax: (503)2226-5223 • 2226-7042 • 2235-4836 • www.lecc.com.sv • e-mail: lablecc@telesal.net

INFORME DE ANÁLISIS

NOMBRE DE LA MUESTRA:	SUERO DULCE	CONTROL:	---
FORMA FARMACÉUTICA:	---	LOTE:	---
PROCEDENCIA:	CNPL	F. FAB.:	---
REFERENCIA:	AOAC International 16th. Ed.	VENCE:	---
DESCRIPCIÓN:	Líquido de color amarillo pálido	F. ANÁLISIS:	06/03/06
		F. EMISIÓN:	10/03/06

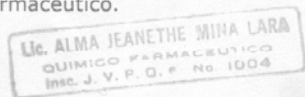
RESULTADOS

DETERMINACIÓN	RESULTADO	LIMITES	MÉTODO
pH	6.15		Potenciométrico
Lactosa	5.1		---

OBSERVACIONES: El informe corresponde a la muestra remitida y ensayada

Pág. 1 de 1


 Lic. Alma Jeanethe Mina Lara
 Químico Farmacéutico.



Nota: Se toma como válido este valor de pH (pH = 6.15) por encontrarse dentro de los rangos estándar de suero lácteo dulce.

ANEXO VIII. PRECIOS Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO PARA
PROPUESTA I



Code: Chr. Buser

Obergerlafingen, 20.01.05 / ah

Quotation No: 1197 0105 / 1

Dear Mr.

With reference to your mail from 15.11.04 we are pleased to forward our quotation for the development, construction, delivery and start-up of a automated ultrafiltration turn-key membrane system, for the continuous concentration of 1000 l/h cheese whey (5.6 % TS). Ultrafiltration (uf) is a membrane process with the ability to separate molecules in solution on the basis of their size. An ultrafiltration membrane acts as a selective barrier. It retains species with molecular weights higher then app. 10'000 Dalton.



Automated Ultra filtration turn-key system, with integrated CIP system with a continuous process design

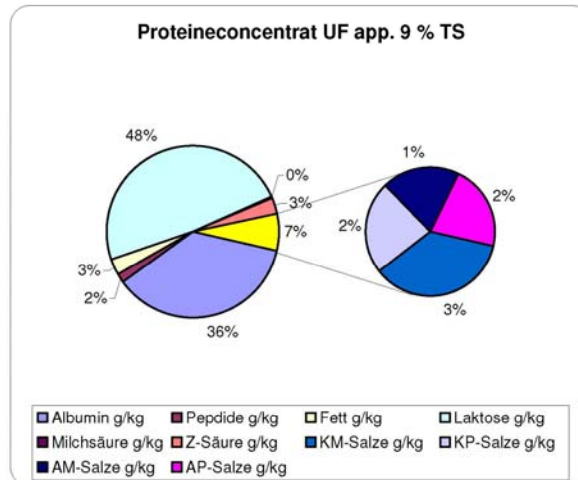
1. Spezifikation

Type:	Ultra filtration
System:	Cross Flow, Feed and Bleed
Product:	Sweet Whey
Total solids:	approx 5.6 % TS
Capacity / day:	approx 15'000 l/day
Concentration:	Ultra filtration up to 9 % TS > WPC 35
Raw material capacity / h (feed):	1'000 l/h
Permeat capacity:	Ultra filtration 850 l/h
Running time:	continuous 15 h
Working pressure:	Ultra filtration up to 10 bar
Working temperature:	10 °C in the feed
Max. pressure, system design:	15 bar
Max. working temperature:	50 °C
Power consumption:	approx 13 kW, 3 x 250 - 280 VDC ∇, 3 x 440 – 480 VDC Y, 60 Hz



2. System Concept

The rough whey will be concentrated by a Ultrafiltration System up to 9 % TS. The permeate from the uf step goes direct to a buffertank.



Theoretical Mass Balance

	UF Feed	UF Rettentate	UF Permeate
	%	%	%
Whey Protein	0.549	3.219	0.01
NPN	0.091	0.159	0.077
Fat	0.045	0.27	0
Lactose	4.210	4.421	4.168
Acids	0.192	0.284	0.174
Ash	0.513	0.641	0.487
Total Solids	5.600	9.066	4.907
capacity m3/h	1000 l	167 l	833 l



3. Content

Material and designs are checked in advance to keep them in full accordance with the quality requirements of our customers.

Pos 3.1 Feed, Permeate, Retentate Pipes

Pipes from and to storage tanks are not included in this quotation

Pos 3.2 Feed and CIP Vessel

3 Feed vessels, capacity approx 100 l
3 dosing pumps for acid, base and enzymatic cleaner

Pos 3.3 Prefilter

Capacity:	1'500 lt/h
Cut off:	50 micron
Material:	stainless steel, plastic

Pos 3.4 UF- Unit

Stainless steel frame with feeds Including piping and connectors Dimensions (approximate) LxWxH:	4.5 m x 1 m x 2 m
Material:	AISI 306

Terms (system breakdown):

1	Feed pump:	Multistage Pump
	Power:	6 kW, frequency converter
	Material:	AISI 316
1	Recirculation pump:	Centrifugal pump
	Power:	3 kW
	Material:	AISI 316
3	UF-Modules	6"
1	Membrane housing with 3 modules	

Including all controllers such as:
- temperature
- pressure monitoring
- flowrates



Pos 3.5 Permarte and retentate pumping system

Installed on the main frame
Including piping and connectors
Material: AISI 306

Terms (system breakdown):

2	Pumps:	Centerifugal Pump
	Power:	0.7 kW
	Material:	AISI 316
2	Vessels:	100 l
	Level controler:	analog 4 – 20 mA
	Material:	AISI 306
4	Butterfly valves:	with air actuator

Pos 3.6 Control system

Control unit Siemens, designed for an automatically controlled system

breakdown:

1	Control unit housing	1000 x 1000 x 300 mm
	- SPS Simatic	S7
	- Panel Siemens	
	- Power supply	
	- Current	24V DC

Pos 3.7 Initial operation

Start up of the operation with our specialists on site, and instruction of the personal.

System, complete with all modules, turn-key (fully automated, incl. Panel, software, hardware), pretested, and delivered.



4. Price and Terms

4.1 Prices (transport, installation and start-up included)

Price for 1 Unit, net (TVA, customs excluded)Euro 95'700.—

3.2 Terms of Payment

45 % on order
45 % against shipping documents
10 % on taking-over, however not later than 1 month after start up

3.3 Terms of Delivery

10 weeks from receipt of order down payment.

3.4 Warranties

12 month after start up for the unit
6 month: after start up for the membranes

3.5 Not included in this quotation are civil works, electricity, water and compressed air supply on site. Piping and cabeling from the external components to the uf-unit.

3.6 Validity of this quotation: 1 month

3.7 Annual running costs

Membrane replacement and spare parts:	3000.- Euro
Membrane cleaning products:	app. 2000 Euro
Energy: 25 kwh * 15 h (at 15'000 l/d)	

3.8 The investment for a reverse-osmosis system is: 105'000.- Euro The running costs are the same like for the ultra filtration, except the energy costs: 5% higher

Best regards

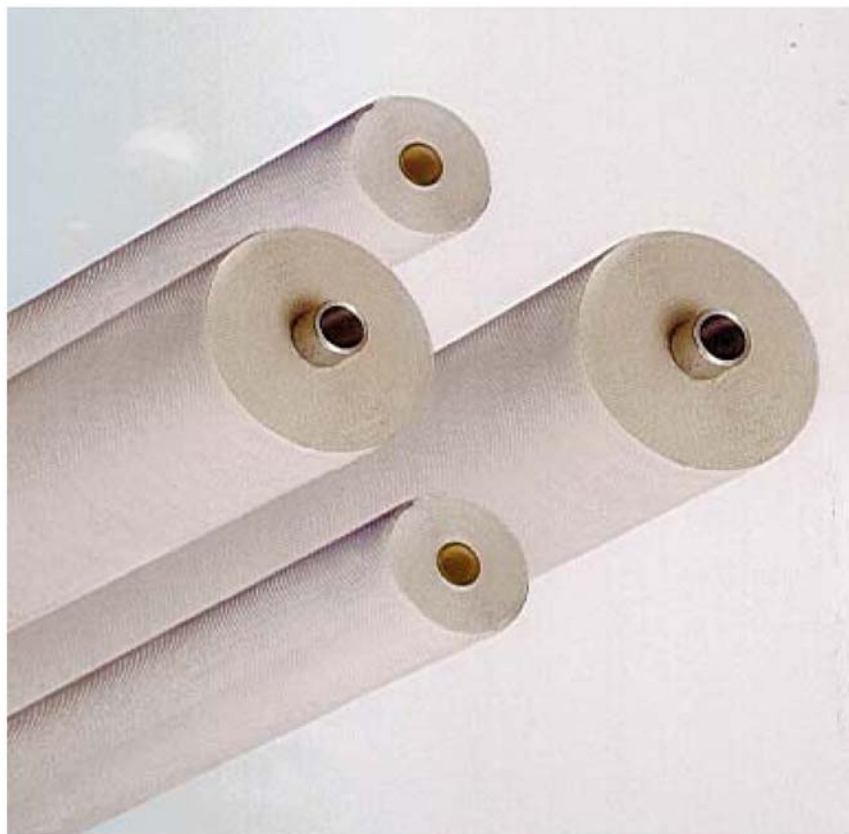
M. Jutz

A. Hirschi

AQUAREN AG

ANEXO IX. PRECIOS Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO PARA PROPUESTA II

**“Planta doble de Osmosis
Inversa
y Ultrafiltración para la
recuperación de sueros”**





INDICE

OBJETIVO A ALCANZAR	3
DATOS DE PARTIDA.....	3
OBSERVACIONES AL PROYECTO;ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.	
BALANCE DE MASAS Y CALIDADES;	4
ELEMENTOS QUE COMPONEN LA LÍNEA;	4
ELEMENTOS QUE COMPONEN LA LÍNEA;	5
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS	6
1- OSMOSIS INVERSA	6
2- ENFRIADOR DEL CONCENTRADO	8
3- RECUPERACIÓN DEL PERMEADO DE OI	9
DETERGENTES	9
LISTADO DE REPUESTOS RECOMENDADOS.....	10
REQUERIMIENTOS AL CLIENTE.....	10



PUESTA EN MARCHA..... 11

OBJETIVO A ALCANZAR

Tras las conversaciones mantenidas se plantea la siguiente situación actual y objetivo final;

- ✓ Separación de la proteína sérica para su uso en quesos
- ✓ Concentración del perneado para su uso en Helados
- ✓ Trabajo en continuo para evitar el deterioro de las membranas
- ✓ Al mismo tiempo reducir la carga actual de DBO del vertido
- ✓ Valorizar la proteína soluble en la producción interna, adicionando un módulo de ultrafiltración
- ✓ El sistema esta diseñado para la concentración de leche para su uso en cubas, coagulación en tarrinas, etc.

Datos de partida

Para conseguir el objetivo marcado, partimos de los siguientes datos suministrados por el cliente;

- ✓ Actualmente ya existe un silo para la recuperación del suero.
- ✓ Diariamente se disponen de 5 m³.
- ✓ Se ha diseñado la planta para procesar 8 m³
- ✓ Caudal de proceso de 1m³/hr en la osmosis inversa y 0,5 m³/hr en la ultrafiltración
- ✓ Se parte de un suero desnatado pero con finos de caseína
- ✓ El promedio de extracto seco total es de 5.5% p/p en el suero desnatado
- ✓ La característica del suero generado de 0,549% de proteína, 0,045% de grasa, 4,21% de lactosa y 5.,6% de sólidos totales

Observaciones al proyecto

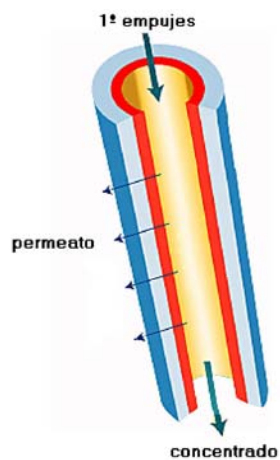
1. Se recomienda tener el suero en buenas condiciones tanto para el buen funcionamiento de la planta como para la venta final del producto concentrado
2. Se recuperará la máxima cantidad de suero para reducir los problemas ocasionados por los vertidos contaminados.
3. Es importante prestar atención al sistema de filtración de suero, ya que la presencia de finos de caseína en el suero, es la principal causa del mal funcionamiento de las membranas.
4. En el caso de tiempos de retención mayores a las 2-3 horas, se recomienda un pre-enfriamiento del suero, para evitar acidificaciones del producto.

OSMOSIS INVERSA Y ULTRAFILTRACION

Balance de masas y calidades;

La característica del suero generado es 0,549% de proteína, 0,045% de grasa, 4,21% de lactosa, y 5,6% de sólidos totales.

entrada	
Parámetro	% p/p
Grasa	0,045
Prot. Total	0,85-0,55
Lact	4,21
EST	5,60
PH	5,8-6,0
Tª	8-15°C
Sólidos No lact	<0,01%



permeado	
Parámetro	% p/p
Grasa	0,00
Prot. Total	0,06
Lact	0,08
EST	0,17

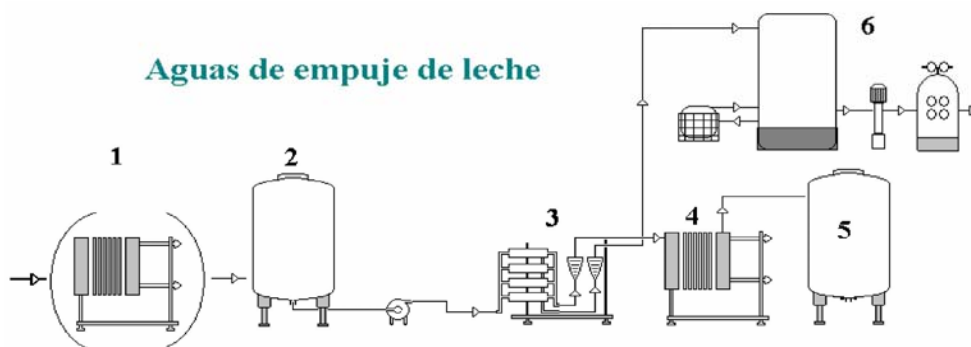
Concentrado	O.I.	U.F.
Parámetro	% p/p	%p/p
Grasa	0,16	2,3%
Prot. Total	1,48	5,8%
Lact	13,80	4,1%
EST	17,24	13,07%



Elementos que componen la línea;

Incluidos	Nº	Elementos
NO	1	Pre-Enfriamiento de suero
NO	2	Tanque de almacenamiento
NO	---	Filtro de finos
SI	3	Osmosis Inversa
SI	4	Enfriador de salida de conc.
NO	5	Tanque de concentrado
SI	6	Recuperación permeado OI
SI		Listado de repuestos

SI Asesoramiento técnico





Especificaciones Técnicas de los equipos

1- Ósmosis Inversa

Planta para la concentración del suero por medio del proceso de filtración tangencial en continuo, que consigue la extracción (recuperación) del agua, quedando los sólidos recuperados separados para su reutilización.

El diseño de la instalación es actual, con las mejores prestaciones tanto en:

- ✓ consumo de energía,
- ✓ de membranas y
- ✓ de detergentes de limpieza

Estamos ofreciendo una garantía un 25 % mayor, respecto a otros fabricantes, en la vida de las membranas debido a su especial diseño y dilatada experiencia. También es novedad la garantía total en los 3 primeros meses de vida de las membranas.



Características / funcionamiento (parámetros) ;

>>> Características generales <<<	
Caudal de entrada O/I	1.000 l/h Automática
Caudal de entrada U/F	500 l/h
Dimensiones del bastidor	1.200 x 3.400 x 2.100 mm
Incluidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. ampliable a 3m3/hr 2. control de PH 3. control de Tª 4. Post tratamiento térmico 5. listado de repuestos 6. manuales (1 original) 7. Asesoramiento técnico y know how 8. Cursillo de capacitación del personal
No incluidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Control del concentrado por °Brix 2. sistema de prefiltración 3. prefiltro de seguridad 4. pre tratamiento térmicos 5. detergentes 6. Control de caudal 7. Programación SCADA 8. control de la concentración por presión 9. control tiempos encendido y lavado 10. control del nivel en T1 por válvula proporcional 11. Adición automáticas de detergentes 12. recuperación del permeado (agua)
>>> Parámetros <<<	
Temperatura	Del agua de 1º empuje desde 5 a 50°C
presión	De 20 a 35 bar
Tiempo limpieza	2-3 hrs/limpieza y 4-5 hrs/día
Ciclo producción	10-15 hrs
Ciclo diario	11 + (2)+ 8+ (3)
Detergentes	Específicos para memb. orgánicas
Agua de limpieza	Con las siguientes características
	Hierro 0.05 Ppm
	Silicatos 5 Ppm
	Cobre 0.05 Ppm
	Aluminio 0.5 Ppm
	Manganeso 0.03 Ppm
	Cloro libre 0 Ppm
	Carbonato cálcico 50 Ppm
	Sólidos en suspensión 5 Ppm
	U.F.C. por mltr 1.000 Ufc
	Coliformes en 100 ml. Ausencia
	Dureza 11'3 °F (20° HD)
	Cloruros 20 Ppm
	Sedimentos < 5 SDI



Enfriador del concentrado

Descripción del equipo;

- Unidad para asegurar el envío del concentrado a silo, a una temperatura inferior a 6°C
- Se instalará dentro del bastidor de la OI para ajustar el espacio disponible en el cliente.
- Se hará el enfriamiento en 1 sola etapa
- El silo de concentrado/producto recuperado deberá estar situado a no más de 30 mtrs y no suponer una contrapresión mayor a 2 bar.

Características / funcionamiento (parámetros) ;

>>> Características generales <<<	
Caudal de entrada	Max 500 l/h
Dimensiones del bastidor	Incluido dentro de la OI
Intercambiador de placas	1 sola etapa de intercambio
Etapa 1º;	Agua helada; 2m ³ /h a 2°C / a 5'2°C
Entrada / salida	Conc. OI; 625 l/h a 15°C, / a 5°C
Incluidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. control de Tª 2. ampliable a 4 m³/h
No incluidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tanque de recepción del concentrado 2. Control de nivel



3- Recuperación del permeado de OI

Descripción del equipo;

El permeado (agua), procedente de la planta de Osmosis Inversa, será enviada a un tanque de agua recuperada (suministrado por el cliente), que deberá estar situado a no más de 15 mtrs y no suponer una contrapresión mayor a 1 bar.

Esta agua será tratada para reducirle al carga de DBO y DQO y poder reutilizar este agua para procesos de limpieza, lo que supone un fuerte ahorro en el consumo de agua externa.

Características / funcionamiento (parámetros) ;

>>> Características generales <<<	
Caudal de entrada	Max 5000 l/h
Incluidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. bomba de recirculación sobre el tanque 2. sistema de dosificación y control de cloro y pH 3. filtro de carbón activo 4. ampliación a 4 m3/h 5. grupo de bombeo a fábrica
No incluidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tanque de agua recuperada

Detergentes

Se incluye dentro de la oferta detergentes para la puesta en marcha

-) 1.000 kgrs de detergente Básico B-20
-) 1.000 kgrs de detergente Ácido A-40
-) 250 kgrs de det. Enzimático E-70
-) 25 kgrs de det. Conservante de membranas C-60
-) 25 kgrs de det. Sanitizante S-80



Listado de repuestos recomendados

Se incluye dentro de la oferta el listado de repuestos recomendados por 1 año

Elemento	Uni.
Refractómetro manual	1
Válvula de regulación del concentrado	1
Bloque de control valv. Automática: Cápsula	2
1 Electroválvula 24 VCC +2 Detect.	1
Controlador de pH completo (sonda+cble+transmisor)	1
Manómetro 0-10 Bar	2
Manómetro 0-60 Bar	2
Convertidor para rtd's ó pT-100 4-20 mA	2
2 rtd's ó pT-100 con convertidor 4-20 mA	2
Transmisor electrónico de presión 0-40 bar	1
Caudalímetro electromagnético	1
Rotámetro (600 - 6.000 l/h)	1
Rotámetro (300 - 3.000 l/h)	1
Transmisor de nivel para tanque de alimentación	1
Cierres bombas FRISTAM	1
Cierres bombas GRUNDFOS	1
Registrador de papel con papel de repuesto	1

Requerimientos al cliente

El cliente deberá disponer de los siguientes servicios;

suministro	características
Agua de limpieza	8 m ³ /h y a < 3 bar
Vapor	A < 8 bar y >de 4 bar
Agua helada	A <2°C, máximo de 4m ³ /hr
energía	220 (3)/60 Hz & no neutro 28 kw /h
Gas carbónico	CO ₂ en caso necesario
Aire comprimido	A < 6 bar



Garantías:

PROYECT ofrece una garantía un 25 % mayor, respecto a otros fabricantes, en la vida de las membranas debido a su especial diseño y dilatada experiencia. También es novedad la garantía total en los 3 primeros meses de vida de las membranas.

- Entran en garantía las 2.500 horas iniciales ó un año , lo que antes se cumplía
- En caso de fallo hasta el tercer mes Iberlact reemplazará la membrana de forma gratuita
- En caso de fallo a partir del tercer mes Iberlact reemplazará dicha membrana y pasará un cargo de las horas trabajadas por dicho elemento.
- Otros elementos con la garantía del proveedor
- Garantía de prestaciones; Caudal, temperatura, presión

Las garantías serán validas **siempre que se cumplan** los requisitos de:

- Producto de entrada en las condiciones pactadas
- Parámetros de limpieza según el protocolo
- Calidad del agua según se especifica
- En caso de fallo, avisar a **PROYECT**
- Filtros de seguridad sin roturas. Cuando sea el caso
- Enviar semanalmente las hojas de producción a nuestras oficinas.

PUESTA EN MARCHA

Se incluye el periodo de puesta en marcha tal y como se describe en el capítulo anterior.

Están excluidos los gastos de pasajes de avión con una sola escala.

En caso de viajes en garantías se aplicará la misma fórmula.



CONDICIONES COMERCIALES

Nº oferta_ PRS 40220/00	€ (CFR)
Planta de Osmosis Inversa 1m3/h	48,540.00 €
Planta de Ultrafiltración de 0,5 m3/hr	29,774.00 €
Filtro de finos	13,880.00 €
Enfriador de concentrado integrado	3,919.00 €
Transporte hasta la obra/ Foremost	2,962.00 €
Montaje/Puesta en operación por nuestros especialistas	5,980.00 €
Total CFR instalado	105,055.00 €

Tiempo de entrega en puerto español; a los 100 días de recibir el primer pago (anticipo).

Vigencia; 90 días desde la emisión de la oferta.

Se incluye

1. 3 meses con garantía total de membranas
2. Garantía de 2.500 horas ó 1 año con pro-rateo de las horas trabajadas.
3. Equipo descrito en la oferta
4. Técnicos para los cometidos descritos
5. Know-how de los procesos
6. Capitulo de capacitación del personal
7. Portes desde nuestros talleres hasta destino
8. Opcionales incluidos
9. Embalajes

No están incluidos

1. Los costes de inspección (SGS, etc) si fuese necesario.
2. Aranceles e impuestos de importación.
3. Cualquier equipo ó trabajo no descrito en la presente oferta.
4. Pasajes de avión para el especialista de puesta en marcha.
5. IVA y cualquier otro impuesto.



Términos de pago:

Mediante transferencia y condiciones de carta de crédito habituales.

Sin otro particular por el momento, quedamos a la espera de sus apreciables órdenes al respecto, aprovechando la oportunidad para saludarles muy atentamente,

PROYECT DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

Asesoría Industrial

Enrique Baudrexel

Melvin Enrique Avalos

ANEXO X. PRECIOS Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO PARA PROPUESTA III**PROVEEDOR: FISHER R.L.****1. Unidad de Pasterización completa**❖ **ESPECIFICACIONES**

- Capacidad: 2000 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 litros.
- Ø : 1,80m
- Altura : 2,20m

❖ ACCESORIOS

- Tanque doble camisa

**ANEXO XI. CUANTIFICACION DE PROTEINA DE SUERO GENERADA
ANUALMENTE EN LA EMPRESA DE ESTUDIO**

De los análisis físico-químicos obtenidos de la muestra de suero lácteo en el laboratorio, se obtuvo la cantidad de proteína presente correspondiente a 0.224% en peso; tomando de base 8m³ de procesamiento diario de suero lácteo en la empresa nacional se tendrá la cantidad de proteína de suero reutilizable anual.

La densidad¹¹ del suero lácteo es de aproximadamente 1.025g/cm³ y tomando como base un litro de muestra de suero lácteo se tiene.

1 litro x 1.025g/cm³ x 1000cm³/litro = 1,025 gramos de sólidos totales de suero lácteo.

La cantidad de proteína en el suero lácteo es

1,025gr x 0.224/100 = **2.23 gramos de proteína en un litro de suero lácteo.**

Encontrando la cantidad de proteína anual.

8m³ suero lácteo = 8,000 litros x 2.23gr/litro suero = 17,840 gramos = 17.84 kg de proteínas.

Procesando suero lácteo durante 26 días al mes.

17.84kg/día x 26 días/mes x 12 meses/año = 5,566.08 kg = **5.566 TM de proteína anuales.**

¹¹ Dato obtenido de revista INTERCIENCIA vol 24 N°2, 1999; www.interciencia.org

**ANEXO XII. DQO TEORICOS ANUALES DE SUERO LACTEO NO DIRIGIDOS AL
MEDIO AMBIENTE POR LA EMPRESA EN ESTUDIO**

Un litro de suero lácteo dulce es equivalente a una Demanda Química de Oxígeno (DQO) de aproximadamente 55,200 mg/L (0.0552 kg/L).

Con un procesamiento de 8m³ de suero lácteo diario se obtendría la siguiente disminución de DQO.

Teniendo que un litro de suero lácteo tiene 1,025 gramos de sólidos totales (1.025 kg)

55,200 DQO/litro de suero lácteo = 0.0552 kg/L /Litro suero lácteo = 0.0552 kg DQO / 1.025 kg suero = 0.054 Kg de DQO / Kg de suero lácteo x 83% = **0.045 Kg de DQO / Kg de suero lácteo**, obteniendo una reducción del 83.5% de la carga contaminante generada por el suero lácteo.

Y generándose 8000 litros de suero lácteo durante 312 días laborales se obtiene 2,558,400 kg de suero anual.

Teóricamente, en el proceso de ultrafiltración se obtiene 83% de permeado y 17% de concentrado, por lo cual la cantidad de DQO del concentrado reducida anualmente es la siguiente.

2,558,400 kg de suero anual x 17% = 434,928 kg de suero lácteo utilizado.

0.054 Kg de DQO / Kg de suero lácteo x 17% = **0.009 Kg de DQO / Kg de suero lácteo**, obteniendo una reducción del 17% de la carga contaminante generada por el suero lácteo.

ANEXO XIII. GLOSARIO

- **Aguas residuales domésticas:** Las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios, generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas.
- **Aguas residuales industriales:** Todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial.
- **Concentración.** El componente deseado se encuentra en concentración baja en la corriente del alimento y es el disolvente (permeado) el que se elimina con el fin de aumentar el componente que se quiere concentrar.
- **DBO:** Es la cantidad de oxígeno requerido para la respiración de los microorganismos responsables de la estabilización (oxidación) de la materia orgánica a través de su actividad metabólica en medio aeróbico.
- **DQO:** Es una medida de la materia carbonosa contenida en los diferentes tipos de materia orgánica presentes en las aguas residuales. Se usa como un indicador del poder contaminante de un agua dada.
- **Efluente:** Es el líquido que sale del sistema de tratamiento, o alguno de sus elementos en particular.

- **Electro diálisis:** es un procedimiento de separación con membrana, es diferente de otros procesos tales como ultrafiltración, ósmosis reversa, nanofiltración, etc., porque no separa según el tamaño de las partículas, sino por sus cargas eléctricas
- **Estabulación:** De establo, quiere decir que el ganado se cría y en gorda en un establo o Cuadra, etc.
- **Fraccionamiento:** Cuando una mezcla se separa en dos o más componentes deseados
- **Influyente:** Es el líquido a tratar que entra a un sistema de tratamiento, o alguno de sus elementos en particular.
- **Permeado:** Corriente capaz de pasar a través de la membrana. Esta constituido por el solvente y algunos solutos.
- **Ppm:** Partes por millón o miligramos por litro.
- **Productores No Tecnificados.-** No cumplen ninguna de las características de los tecnificados y son la mayoría de los ganaderos del país.
- **Productores Tecnificados.** – Son los que cuentan con la estabulación, procesos mecanizados y además deberían obtener una licencia de productor emitida por el MAG para que cumplan con la “Ley de fomento de producción higiénica de la leche y productos lácteos y de regulación de expendio”.
- **Purificación.** Las impurezas o los componentes no deseados se eliminan en la corriente de permeado o en el retenido.

- **Retenido:** Corriente que no ha pasado a través de la membrana. Ha perdido parte de la disolución del alimento y, por lo tanto, aumenta la concentración.
- **Segregación:** Separación de las aguas residuales