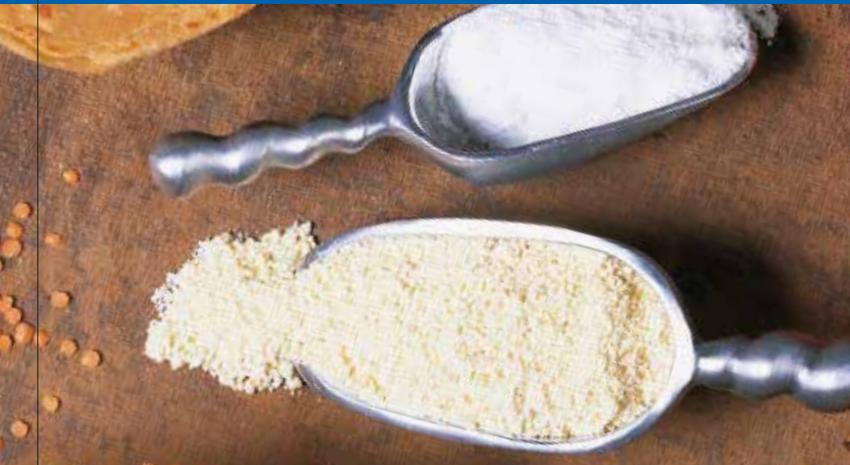




U.S. Dairy  
Export Council.  
Ingredients | Products | Global Markets

# MANUAL DE REFERENCIA PARA LOS PRODUCTOS DE SUERO Y LATOSA ESTADOUNIDENSES



*Desde 1995, el U.S. Dairy Export Council, se ha comprometido a desarrollar materiales educativos, en base a investigaciones científicas que colaboren a aumentar el conocimiento de los ingredientes lácteos de Estados Unidos. Este manual es una actualización de las primeras dos ediciones del “Manual de Referencias de Suero de Estados Unidos” Una vez más, hemos procurado revisar y actualizar la mayor información técnica y científica posible, acerca de las características, aplicaciones, funcionalidad y beneficios de los ingredientes a base de suero de leche.*

*Muchos de los miembros del USDEC, proveedores de ingredientes Estado Unidos, procesadores, expertos en la industria, consultores, investigadores, el Dairy Management Inc. y el personal de USDEC, han compartido su conocimiento y han contribuido con sus propios recursos para la realización de este nuevo manual, parte de nuestro esfuerzo es el proveer a nuestros consumidores y compradores potenciales, educadores, profesionistas de la salud y nutrición, científicos en alimentos y otros grupos de interés con la información mas actual posible.*

*Esperamo que esta nueva edición, continué siendo una herramienta útil de consulta, en lo referente a los ingredientes lácteos de Estados Unidos.*

Véronique Lagrange  
Editor  
U.S. Dairy Export Council

# INDICE

	Sección	Pág.	Sección	Pág.	Sección	Pág.
	Reconocimientos	5	4.6 Concentrado de Proteínas del Suero Lácteo al 50% (WPC 50)	32	6.4 Proteínas del Suero Lácteo y la Nutrición del Deporte	64
	Glosario	5	4.7 Concentrado de Proteínas del Suero Lácteo al 60% (WPC 60)	32	Dr. G. Pasin Grupo Pasin, Universidad de California, Davis	
	<b>La Industria de Productos Lácteos Estadounidense</b>	6	4.8 Concentrado de Proteínas del Suero Lácteo al 75% (WPC 75)	32	Por Dr. S. Miller Consejo Nacional de Lácteos	
	Generalidades	6	4.9 Concentrado de Proteínas del Suero Lácteo al 80% (WPC 80)	33	6.5 Proteínas del Suero Lácteo y la Salud Cardiovascular	68
	El Consejo Norteamericano de Exportación de Productos Lácteos	8	4.10 Aislado de Proteínas del Suero Lácteo (WPI)	33	Por S. Gerdes SK Gerdes Consulting	
	Dairy Management Inc.	9	4.11 Lactoferrina	34	Dr. J. Harper Ohio State University	
	Instituto Estadounidense de Productos Lácteos	10	4.12 Lactoperoxidasa	36	Edited by Dr. G. Miller Consejo Nacional de Lácteos	
	<b>Suero y Lactosa:</b>	11	4.13 Glicomacropéptido (GMP)	36	6.6 Aislado de Proteínas del Suero Lácteo vs Aislado Protéico: Efectos en los Humanos	70
	<b>Productos de Leche Natural</b>	12	4.14 Productos Lácteos Sólidos (Permeato)	37	Por L.A. Nelson Davisco Foods International, Inc.	
1	1.1 Producción Estadounidense de Suero y Lactosa: Generalidades	12	4.15 Suero Lácteo con concentrado de mineral (Suero Lácteo con Lactosa Reducida)	38	C.M. Colker D.S. Kalman M. Swain-O'Neill Peak Wellness, Inc.	
	Por F.T. Schonrock Schonrock Consulting		4.16 Minerales del Suero Lácteo, Calcio	39	6.7 Productos de Suero Lácteo, Minerales de la Leche y Calcio contenido en los Productos Lácteos: Nuevos descubrimientos y Beneficios	75
2	<b>Estándares de Calidad, Aseguramiento de la Calidad y Certificaciones</b>	15	<b>Productos de Lactosa, Definición, Composición y Funciones</b>	41	Por Dr. D. DiRienzo Consejo Nacional de Lácteos	
	2.1 Estándares del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, Servicios de Clasificación	16	Información cortesía de proveedores de U.S.A., USDEC, ADPI y DMI		6.7.1 Parte II: Equilibrio en el Consumo de Minerales Alimenticios	78
	2.2 Inspección de la Planta	17	Generalidades*	42	Por Dr. E. Bastian Columbia Nutritionals USA	
	2.3 Servicios de Certificación de Exportación y de Laboratorio	17	5.1 Productos de Lactosa de Grado Industrial	42	6.8 Propiedades Nutricionales y Fisiológicas de la Lactosa	79
	2.4 Certificación Kosher y Halal	18	5.2 Productos de Lactosa de Grado Alimenticio	43	Por L. McBean Nutrition and Health Communications	
	2.5 Departamento de Agricultura Estatal	18	5.3 Lactosa de Grado Farmacéutico	46	6.9 Proteínas del Suero Lácteo en Aplicaciones Médicas y Alimenticias (incluyendo el VIH)	80
	2.6 Otras Certificaciones y Pruebas	18	Definición de Lactosa de Grado Farmacéutico	47	Por R.W.J. Campbell Advanced Business Concepts International (ABC), a subsidiary of Land O'Lakes	
3	<b>Tecnologías de Producción</b>	19	Por H. Brittain Centro de Física Farmacéutica		7.1 <b>Propiedades Funcionales de los Productos del Suero Lácteo</b>	81
	Por Dr. K. Smith Editado por el Centro de Investigación de Lácteos de Wisconsin		Copia cortesía de Foremost Farms USA		Editado por K.J. Burrrington Centro de Investigación de Lácteos de Wisconsin	
	3.1 Perspectiva General: Tecnologías utilizadas en el Procesamiento del Suero Lácteo	20	<b>Propiedades Nutricionales de los Productos de Suero Lácteo, Lactosa y Minerales de la Leche</b>	49	Propiedades Funcionales de los Productos del Suero Lácteo	
	3.2 Evaporación y Secado	21	Editado por C. Sorensen Instituto de Proteínas de Suero		7.1.1 Solubilidad	82
	3.3 Proceso de Valor Agregado	21	Dr J. O'Donnell Fundación para la Investigación de Lácteos de California		enlaces Químicos con el agua y Viscosidad	82
	3.4 Otros Procesos	23	Generalidades	50	Formación de Gel	83
	Preguntas y Respuestas	24	6.1 Propiedades Nutricionales de los Productos de Suero Lácteo	53	Emulsificación	83
	3.5 Tecnologías de punta para los Ingredientes del Suero Lácteo	25	Por Dr. R. Walzem Texas A&M University		Batido, Formación de Espuma y Ventilación	83
	Copia cortesía de DMI		Copia proporcionada por USDEC		Sabor	83
	3.6 Polimerización y Modificación de Proteínas	25	6.2 Propiedades Biológicas de los componentes del Suero Lácteo	58	Dispersión	84
	Por el Dr. A. Rao Davisco Foods International, Inc.		Por Dr. J. Harper Ohio State University		Formación de una Película	84
	<b>Productos de Suero Lácteo, Definición, Composición y Funciones</b>	27	Copia proporcionada por ADPI		Comestible	
	Información cortesía de proveedores de U.S.A., USDEC, ADPI y DMI		6.3 Propiedades para mejorar la Salud, presentes en las Proteínas del Suero Lácteo y las Fracciones de Suero	62	Actividad Antioxidante	84
	Generalidades	28	By Dr. R. Walzem Texas A&M University		Adhesión	84
	4.1 Polvo de Suero Lácteo Dulce	28	C.J. Dillard, Dr. J.B. German		Dorado	84
	4.2 Polvo de Suero Lácteo Ácido	29	Universidad de California, Davis			
	4.3 Lactosa Reducida de Suero Lácteo	29				
	4.4 Suero Lácteo Desmineralizado	30				
	4.5 Concentrado de Proteínas del Suero Lácteo al 34% (WPC34)	31				
	Estabilidad Térmica de los Concentrados de Proteína de Suero	31				
	Por el Dr. A. Hugunin Asesor					

## INDICE

<p><b>8</b></p> <p><b>Sección</b></p> <p><b>Propiedades Funcionales de los Productos de Lactosa</b></p> <p>Edited by K.J. Burrington</p> <p>Centro de Investigación de Lácteos de Wisconsin</p> <p>8.1 Propiedades Funcionales de los Productos de Lactosa</p> <p>Absorción y Retención del Sabor y del Color</p> <p>Dorado</p> <p>Higroskopocidad</p> <p>Dulzor</p> <p>Solubilidad/Cristalización</p> <p>Sustrato de Fermentación</p> <p>Excipiente para Tabletas</p> <p>Tamaño de las partículas de la Lactosa</p> <p><b>Guía de Consulta Rápida sobre el Suero Lácteo y los Productos de Lactosa</b></p> <p>89</p> <p>90</p> <p>91 Tabla 9.1 Productos del Suero Lácteo, Función, Características Beneficios Funcionales, Beneficios en Mercadotecnia, Aplicaciones</p> <p>92 Tabla 9.2 Productos de Lactosa Función, Características Beneficios Funcionales, Beneficios en Mercadotecnia, Aplicaciones</p> <p>93 Tabla 9.3</p> <p>94 Ingredientes del Suero Lácteo y sus Propiedades Funcionales Importantes.</p> <p><b>Aplicaciones en Panificación del Suero Lácteo y los Productos de Lactosa</b></p> <p>Formulario editado por K. Nelson</p> <p>Centro de Investigación de Lácteos de Wisconsin</p> <p>10.1 Generalidades y Descubrimientos Recientes</p> <p>Por B. Strouts</p> <p>Instituto Americano de Panificación</p> <p>10.2 Productos de Suero Lácteo en los Productos de Panificación</p> <p>Por K.J. Burrington</p> <p>Centro de Investigación de Lácteos de Wisconsin</p> <p>10.3 Uso de Lactosa y Permeato en Productos Horneados</p> <p>Por S. Gerdes</p> <p>SK Gerdes Consulting</p> <p>10.4 Funcionalidad de la Lactosa</p> <p>Por K.J. Burrington</p> <p>Centro de Investigación de Lácteos de Wisconsin</p> <p>10.5 Fórmulas para la Panificación</p> <p><b>Aplicaciones de Bebida para Productos de Suero de Leche y de Lactosa</b></p> <p>Formulario editado por K. Nelson</p> <p>Centro de Investigación de Lácteos de Wisconsin</p> <p>11.1 Panorama General</p> <p>Por K.J. Burrington</p> <p>Centro de Investigación de Lácteos de Wisconsin</p> <p>Reimpreso con el permiso de:</p>	<p><b>Pág.</b></p> <p><b>85</b></p> <p><b>86</b></p> <p><b>86</b></p> <p><b>86</b></p> <p><b>86</b></p> <p><b>87</b></p> <p><b>87</b></p> <p><b>88</b></p> <p><b>88</b></p> <p><b>88</b></p> <p><b>89</b></p> <p><b>sobre el Suero Lácteo y los Productos de Lactosa</b></p> <p><b>90</b></p> <p><b>92</b></p> <p><b>94</b></p> <p><b>97</b></p> <p><b>98</b></p> <p><b>100</b></p> <p><b>106</b></p> <p><b>109</b></p> <p><b>110</b></p> <p><b>115</b></p> <p><b>116</b></p>	<p><b>Weeks Publishing Company</b></p> <p><b>11 Sección</b></p> <p>11.2 Proteínas de suero en Bebidas Basadas en Lácteos</p> <p>Por V. Lagrange</p> <p>USDEC</p> <p>Dr. G. Pasin</p> <p>Centro de Investigación de Lácteos de Wisconsin</p> <p>12.1 Fórmulas de Bebidas</p> <p><b>Aplicaciones de la Confitería para Productos de Lactosa y Suero de Leche</b></p> <p>Formulario editado por K. Nelson</p> <p>Centro de Investigación de Lácteos de Wisconsin</p> <p>12.1 Panorama General y Nuevos Descubrimientos</p> <p>Por Dr. R. Boutin</p> <p>Krechel Laboratories</p> <p>12.2 Productos de Suero de Leche y Lactosa en Aplicaciones de Confitería</p> <p>Por Dr. J. Bouzas</p> <p>Hershey Foods Corp</p> <p>12.3 Fórmulas de la Confitería</p> <p><b>Aplicaciones Lácteas para Productos de Suero de Leche y Lactosa</b></p> <p>Formulario editado por K. Nelson</p> <p>Centro de Investigación de Lácteos de Wisconsin</p> <p>13.1 Una Perspectiva General</p> <p>Por Dr. P.S. Tong</p> <p>California Polytechnic State University</p> <p>13.2 Productos de suero de Leche en Quesos Procesados Empacados en Frio y Pasteurizados</p> <p>Por Dr. S. Young</p> <p>Steven Young Worldwide</p> <p>13.3 Productos de suero de Leche en Yogurt y Productos Lácteos fermentados.</p> <p>Por Dr. A. Hugunin</p> <p>Asesor</p> <p>13.4 Productos de suero de Leche en Helados y Postres Congelados</p> <p>Por Dr. S. Young</p> <p>Steven Young Worldwide</p> <p>13.5 Lactosa y otros Productos de Suero de Leche en la Estandarización de Proteína de la Leche</p> <p>Por Dr. P.S. Tong</p> <p>California Polytechnic State University</p> <p>13.6 Fórmulas de Productos Lácteos</p> <p><b>Aplicaciones de Carne y Pescado Procesados para Productos de Suero de Leche y Lactosa</b></p> <p>Formulario editado por K. Nelson</p> <p>Centro de Investigación de Lácteos de Wisconsin</p> <p>14.1 Una Perspectiva General</p> <p>Por Dr. G. Prabhu</p> <p>Proliant, Inc.</p> <p>14.2 Productos de Proteína de Suero de Leche y Lactosa en Carnes Procesadas</p> <p>Por Dr. I. Keeton</p>	<p><b>Pág.</b></p> <p><b>118</b></p> <p><b>121</b></p> <p><b>123</b></p> <p><b>124</b></p> <p><b>127</b></p> <p><b>133</b></p> <p><b>145</b></p> <p><b>146</b></p> <p><b>147</b></p> <p><b>151</b></p> <p><b>156</b></p> <p><b>161</b></p> <p><b>163</b></p> <p><b>169</b></p> <p><b>169</b></p> <p><b>170</b></p> <p><b>171</b></p>	<p><b>9</b></p> <p><b>10</b></p> <p><b>11</b></p> <p><b>12</b></p> <p><b>13</b></p> <p><b>14</b></p> <p><b>15</b></p> <p><b>16</b></p> <p><b>17</b></p> <p><b>18</b></p> <p><b>19</b></p> <p><b>20</b></p> <p><b>21</b></p> <p><b>22</b></p> <p><b>23</b></p> <p><b>24</b></p>	<p><b>Texas A&amp;M University</b></p> <p><b>Sección</b></p> <p>4.3 Fórmulas para Carne y Pescados</p> <p><b>Alimentos Procesados y Aplicaciones de Botanas de Suero Lácteo y Lactosa</b></p> <p>Formulario editado por K. Nelson</p> <p>Centro de Investigación de Lácteos de Wisconsin</p> <p>5.1 Productos de Suero Lácteo en Aplicaciones como Botanas</p> <p>Por Dr. B. Johnson</p> <p>FS&amp;T Consulting</p> <p>5.2 Películas de Proteína de Suero Lácteo en Aplicaciones para Botana</p> <p>Contribución de Dairy Management Inc.</p> <p>5.3 Productos de Suero Lácteo en Alimentos Bajos en Grasa</p> <p>Por Dr. B. Johnson</p> <p>FS&amp;T Consulting</p> <p>5.4 Productos de Suero Lácteo, Películas Comestibles y Aderezos</p> <p>Editado por Dr. J. Krochta</p> <p>Universidad de California, Davis</p> <p>Dr. A. Foegeding</p> <p>North California University</p> <p>5.5 Alimentos Procesados y Fórmulas de Botanas</p> <p>5.6 Fórmulas para Botanas</p> <p>5.7 Fórmulas de Botanas Extruidas</p> <p>5.8 Fórmula para otros alimentos procesados</p> <p><b>Aplicaciones de Productos Nutricionales para los Productos de Suero Lácteo</b></p> <p>Formulario Editado por K. Nelson</p> <p>Centro de Investigación de Lácteos de Wisconsin</p> <p>6.1 Productos de Suero Lácteo en Fórmulas Infantiles/ Nutrición para Bebés</p> <p>Por Dr. B. Lloyd</p> <p>Global Research Solutions</p> <p>6.2 Suero Lácteo, Lactosa y sus Derivados en Productos de Alimento Deportivo y Nutritivo</p> <p>Por Dr. K. Lee</p> <p>Proliant, Inc.</p> <p>6.3 Aplicaciones de Suero Lácteo en barras nutritivas y del deporte</p> <p>Por Dr. J. Bouzas</p> <p>Hershey Foods Corp.</p> <p>6.4 Productos de Suero Lácteo, Calcio y Pérdida de Peso</p> <p>Por Dr. Zemel</p> <p>Tennessee, University</p> <p>6.5 Ingredientes y Minerales de la Leche en Alimentos Fortificados</p> <p>Por Dr. E. Bastian</p> <p>Glanbia Nutritional USA</p> <p>6.6 Fórmulas de Productos Nutricionales</p> <p><b>Índice de Referencias y Fórmulas</b></p> <p>Referencias</p> <p>Índice</p> <p>Índice de Fórmulas</p>	<p><b>Pág.</b></p> <p><b>183</b></p> <p><b>184</b></p> <p><b>188</b></p> <p><b>190</b></p> <p><b>193</b></p> <p><b>194</b></p> <p><b>196</b></p> <p><b>198</b></p> <p><b>199</b></p> <p><b>201</b></p> <p><b>202</b></p> <p><b>205</b></p> <p><b>206</b></p> <p><b>208</b></p> <p><b>211</b></p> <p><b>219</b></p> <p><b>220</b></p> <p><b>222</b></p> <p><b>224</b></p>
--	---	--	--	--	---	--

# INTRODUCCIÓN

## EDITORES:

Sr. James Page  
*American Dairy Products Institute*

Sr. Dan Meyer  
*American Dairy Products Institute*

Dr. Bill Haines  
*Dairy Management Inc.*

Véronique Lagrange,  
Audrey Kenney  
y personal de USDEC

Contributor:  
Dr. W.S. Clark, Jr.

## RECONOCIMIENTOS

El Consejo Norteamericano de Exportación de Productos Lácteos desea agradecer a todas las personas, compañías y asociaciones que contribuyeron con el desarrollo, revisión y producción de este manual. Además de los distintos expertos en la materia, a quienes no podemos nombrar individualmente, el Consejo Norteamericano de Exportación de Productos Lácteos quisiera reconocer la contribución de sus compañías miembros (la lista de ellas está disponible en: [www.usdec.org](http://www.usdec.org)), al Instituto Americano de Productos Lácteos, la Fundación de Investigación de Productos Lácteos de California, el Centro de Tecnología de Productos Lácteos en la Universidad Estatal Politécnica de California, Dairy Management Inc., Design Two Ltd., el Instituto de Proteínas del Suero y el Centro Wisconsin para la Investigación de Productos Lácteos.

## GLOSARIO

Algunos de los términos que aparecen en este manual tienen sinónimos que se utilizan en industrias relacionadas o en otras naciones. La intención de la siguiente lista es unificar los términos que se utilizan en este manual, con otros términos utilizados frecuentemente, así como con palabras muy relacionadas a ellos.

Términos utilizados en este manual o abreviaturas	Sinónimo o término relacionado
Suero en polvo tipo ácido, suero en polvo ácido	Suero ácido seco
Sólidos de productos lácteos	Permeato, suero desproteinizado
Suero desmineralizado	Suero desmineralizado, suero bajo en minerales, suero seco bajo en minerales
Permeato	Sólidos de productos lácteos, suero desproteinizado
Queso procesado	Queso procesado
Suero de lactosa reducida	
Suero en polvo de lactosa reducida	Suero en polvo bajo en lactosa
Leche en polvo descremada, SMP	Leche en polvo sin grasa, NFDM, NDM
Suero en polvo tipo dulce, suero en polvo dulce	Suero dulce en polvo
Suero	Suero lácteo
Crema de suero	Grasa láctea del suero
Productos de suero	Incluye varios tipos de suero, concentrados de proteínas de suero, aislados y lactosa
Suero en polvo	Suero en polvo, suero en polvo-dulce de ácido
Leche entera en polvo, WMP	Leche entera seca
WPC	Concentrados de proteínas de suero
WPI	Aislados de proteínas de suero

### GENERALIDADES

Estados Unidos es el productor más grande del mundo en relación con los productos lácteos, comercializa más de 75 millones de toneladas métricas de leche al año, aproximadamente 19.5% del suministro de leche mundial. Los granjeros norteamericanos producen 2.5 veces más leche que cualquier otro país europeo, y siete veces más que a Australia o Nueva Zelanda. Más de un cuarto de Suero y Lactosa del mundo -935,000 toneladas métricas- se fabrican en más de 200 plantas de Suero de Estados Unidos. Con una de las industrias de Queso más grandes del mundo, una abundancia de tierra e inversiones en investigación y desarrollo, la Industria de Suero de Estados Unidos es capaz de lograr un crecimiento ilimitado.

Cada año, los fabricantes estadounidenses producen aproximadamente 25 millones de toneladas métricas de leche líquida, 3.7 millones de toneladas métricas de queso, 935,000 toneladas métricas de suero y lactosa, 700,000 toneladas métricas de leche en polvo, 583,000 toneladas métricas de yogur, 540,000 toneladas métricas de mantequilla y 565,000 toneladas métricas de helado; esto convierte a los Estados Unidos en el país de mayor procesamiento de productos lácteos en el mundo.

Muchos de estos productos lácteos se utilizan como ingredientes en la formulación de otros alimentos. Los procesadores de alimentos estadounidenses con reconocimiento internacional utilizan ingredientes de productos lácteos de Estados Unidos, incluyendo la leche en polvo para desarrollar exitosamente productos de repostería, confitería, carnes, salsas, sopas y otros alimentos lácteos para la venta nacional o la exportación.

Estados Unidos ha logrado alcanzar su producción actual de leche mediante una combinación de avances científicos y administrativos en los niveles de producción, procesamiento, regulación y mercadotecnia. En las granjas, las técnicas administrativas, incluyendo el uso cada vez mayor de raciones alimenticias balanceadas y de una genética superior, han sido esenciales para el incremento de producción de leche por vaca. Entre 1990 y 2000, el rendimiento anual promedio por vaca aumentó de 6720 kilogramos a aproximadamente 8,061 kilogramos, mientras que el número de vacas disminuyó de aproximadamente de 10 millones a un poco menos de 9.1 millones.

Este tipo de eficiencia en la producción demuestra la capacidad de la industria para ampliar sus recursos y cumplir con la demanda de crecimiento para los productos lácteos en todo el mundo. Estas mismas prácticas han dado como resultado modificaciones en la composición de la leche, lo cual a su vez aumentó los sólidos no grasos (SNF) para cumplir con las demandas de fabricantes de alimentos de más proteínas lácteas.

La tecnología estadounidense avanzada asegura una producción eficiente de productos de leche de la más alta calidad. El equipo más moderno para ordeñar y manejar la leche, incluyendo los sistemas de ordeñamiento automatizado, han mejorado la velocidad de limpieza, saneamiento y enfriamiento del producto, así como su envío a las plantas de procesamiento.

Los granjeros y los procesadores de productos lácteos se guían por estándares sanitarios estadounidenses muy estrictos. Además de que se imponen a sí mismos lineamientos sanitarios, los granjeros de productos lácteos reciben visitas continuas por parte de agencias reguladoras del gobierno, las cuales inspeccionan que exista calidad y seguridad en las granjas. Estos inspectores confirman la salud del ganado, supervisan las prácticas veterinarias, dan seguimiento a la salubridad de las instalaciones y el equipo de ordeño y verifican que la leche se enfríe rápidamente y se almacene en forma adecuada hasta que se envíe a las instalaciones de procesamiento.



En las instalaciones de procesamiento, la leche pasa por tuberías desinfectadas, tinas y tanques durante su transformación en más de 300 variedades o estilos de queso, 100 sabores de helado y yogurt congelado, 75 sabores y tipos de yogurt y numerosas combinaciones de mantequilla y productos de cultivo. Virtualmente todas las plantas procesadoras de Estados Unidos emplean programas de administración de calidad, como el HACCP (Punto de control crítico del análisis de peligro), con el fin de asegurar que el producto terminado cumpla con los más altos estándares posibles.

La industria estadounidense ha realizado grandes y continuas inversiones en instalaciones nuevas y vanguardistas para la producción de productos lácteos. Durante la década pasada, dichos desarrollos permitieron un 45% de reducción en la cantidad de instalaciones de producción, mientras que en el rendimiento total aumentó de 4% a 5% anual. La inversión sostenida continuará significando una reducción en los costos de procesamiento y un aumento en los volúmenes de leche.

Los empleados que laboran en estas instalaciones hacen más que producir lácteos. Mediante los laboratorios de investigación y desarrollo, los empleados han podido generar nuevos productos y crear nuevos usos para la leche y sus componentes. Los tecnólogos de productos lácteos y los científicos de alimentos trabajan juntos para descubrir cómo pueden conservarse o modificarse las propiedades de los componentes de la leche mediante el fraccionamiento y otros procedimientos de procesamiento. El equipo más avanzado para el secado de la leche, la fabricación de queso y el procesamiento del suero ha permitido a la industria crear una gran variedad de productos nuevos como la leche en polvo diferenciada, los quesos sin lactosa, la leche aseptica y la lactoferrina. Estos nuevos productos se desarrollaron para cumplir con la demanda mundial cada vez mayor de productos de ingredientes lácteos de gran nivel nutricional.

A medida que los acuerdos comerciales continúan abriendo mercados mundiales, en otros países se han visto beneficiados por el uso de productos lácteos estadounidenses. Los proveedores de los productos ofrecen información adicional sobre los ingredientes de suero y lactosa específicos.



Fotografía de cortesía: Hilmar Cheese Company

El Consejo Norteamericano de Exportación de Productos Lácteos cuenta con la información de nombres, direcciones, teléfonos y faxes de las compañías estadounidenses que procesan y comercializan cada uno de los tipos de leche en polvo.

Este manual tiene el propósito de guiar y educar a los desarrolladores internacionales de los productos sobre el uso de los ingredientes de suero y lactosa estadounidenses. El manual está diseñado como una fuente de información que incluye:

- Una descripción del industria del suero estadounidense.
- Las definiciones de la mayoría de los productos de suero y lactosa.
- Las descripciones de los procesos utilizados para producir ingredientes de suero y lactosa, y mejorar sus propiedades nutricionales o funcionales.
- Los análisis sobre las propiedades nutricionales y funcionales de los ingredientes de suero y lactosa.
- Las aplicaciones para dichos ingredientes lácteos funcionales y nutricionales.

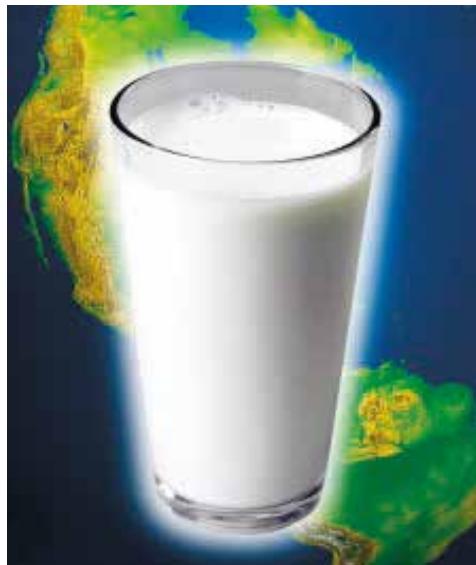
El Consejo Norteamericano de Exportación de Productos Lácteos recomienda que siempre verifique con su proveedor estadounidense para obtener las especificaciones detalladas del producto, y que consulte las normas locales referentes al uso y etiquetado de los ingredientes. Las fórmulas de este manual sólo tienen fines de demostración, además de ser un punto de inicio para los esfuerzos de desarrollo del producto.



## EL CONSEJO NORTEAMERICANO DE EXPORTACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS



**U.S. Dairy  
Export Council.**  
Ingredients Products Global Markets



USDEC es una asociación comercial independiente sin fines de lucro. La misión de USDEC es unificar los esfuerzos de desarrollo del mercado internacional para la Industria de Productos Lácteos Estadounidense, de manera que Estados Unidos pueda ser un proveedor más responsable con sus clientes internacionales. USDEC trabaja con proveedores estadounidenses para ayudarlos a aprovechar al máximo todos los beneficios que la industria tiene para ofrecer: tamaño, eficiencia, consistencia, alta calidad y tecnología avanzada.

Las actividades de USDEC se dividen en tres amplias categorías: proporcionar servicio continuo a los socios comerciales; unir a los clientes con los vendedores potenciales para facilitar el comercio entre ellos; educar y apoyar a los exportadores de productos lácteos estadounidenses.

El Consejo Norteamericano de Exportación de Productos Lácteos proporciona apoyo a compradores internacionales de productos lácteos mediante: el trabajo conjunto con socios comerciales y consumidores finales de todo el mundo para desarrollar nuevas alianzas.

- La provisión de información sobre distribuidores estadounidenses, sus productos y capacidades.
- El apoyo a los consumidores finales y al comercio mediante conferencias y seminarios técnicos para proporcionar capacitación y guía sobre el uso de los productos estadounidenses.
- El ofrecimiento de aplicaciones e ideas sobre el uso de los ingredientes lácteos estadounidenses.
- La ayuda con la venta de productos estadounidenses mediante la creación y apoyo de promociones en tiendas y servicios de alimentos.
- La creación de materiales para los puntos de venta que señalen los beneficios de comprar productos lácteos estadounidenses.

El Consejo Norteamericano de Exportación de Productos Lácteos hace más fácil la comunicación entre los compradores internacionales de productos lácteos y los distribuidores estadounidenses ya que:

- Actúa como contacto central para compradores internacionales y exportadores estadounidenses, comunicando a los futuros compradores con los futuros vendedores.
- Recopila y forma listas completas de compradores y vendedores, que se encuentran disponibles a clientes y miembros del extranjero.

- Hace circular investigaciones de productos de los compradores internacionales en una lista concentrada de distribuidores norteamericanos para generar cotizaciones de precios.
- Recibe delegaciones de compradores internacionales para familiarizar a los usuarios finales con el tamaño y el alcance de la industria estadounidense.
- Coordina las misiones comerciales y participa en exhibiciones en mercados internacionales para ayudar a los proveedores estadounidenses a comprender mejor las necesidades del mercado.

El Consejo Norteamericano de Exportación de Productos Lácteos apoya a la industria estadounidense de productos lácteos al:

- Educar e informar a los distribuidores de productos lácteos norteamericanos sobre las oportunidades disponibles de manera internacional, así como a aconsejarlos sobre los requisitos del mercado internacional, de manera que puedan ofrecer productos que cumplan con las especificaciones de los consumidores finales.
- Representar a la industria láctea estadounidense en foros internacionales de políticas comerciales para reducir las barreras comerciales de los productos estadounidenses.
- Tomar un papel proactivo en la Federación Internacional de Productos Lácteos para desarrollar estándares técnicos mundiales y requisitos regulatorios.
- Investigar, analizar y comunicar la información sobre las tendencias de la producción, consumo y comercialización de productos lácteos.

Las oficinas principales del Consejo se encuentran ubicadas en Arlington, Virginia (cerca de Washington, D.C.), y usted puede comunicarse al:

**U.S. Dairy Export Council**  
2101 Wilson Boulevard, Suite 400  
Arlington, Virginia 22201 USA  
Tel: 1-703-528-3049  
Fax: 1-703-528-3705

Además, USDEC ha establecido diversas oficinas internacionales con representantes en México, Brasil, Japón, China, Taiwán, Sureste de Asia, Europa y Medio Oriente. Para una lista completa de las oficinas internacionales, así como de información de contacto, por favor comuníquese con el Consejo Norteamericano de Exportación de Productos Lácteos USDEC o visite [www.usdec.org](http://www.usdec.org)

## DAIRY MANAGEMENT, INC.



Dairy Management, Inc.<sup>TM</sup>, formada en 1995, es una organización de administración y planeación internacional y nacional que se encarga de la demanda para los productos lácteos producidos en Estados Unidos, en representación de los granjeros de lácteos de Estados Unidos. La DMI, junto con organizaciones internacionales, estatales y regionales maneja la Asociación Estadounidense de Productos Lácteos, el Consejo Nacional de Productos Lácteos y el Consejo Norteamericano de Exportación de Productos Lácteos.

Desde 1997, la DMI, en representación de los granjeros de productos lácteos de Estados Unidos ha invitado a formuladores de alimentos y procesadores de productos lácteos, así como cooperativas en EUA a "Hacerlo con productos lácteos" ("Do it with dairy"<sup>TM</sup>).

Nuestro programa de "Hazlo con productos lácteos" fue diseñado con el objetivo principal de cambiar la percepción del mercado nacional estadounidense sobre los ingredientes de lácteos. La misión original del programa era promover los ingredientes en polvo y demostrar los beneficios funcionales y nutricionales que estos ingredientes ofrecen en el desarrollo de nuevos y/o mejorados productos de bebidas o alimentos. En el año 2002, el programa se expandió e incluyó los ingredientes de quesos y grasa láctea.

El programa "Hazlo con productos lácteos" ofreció el servicio premier que ayuda a las compañías de alimentos a sobresalir en el mercado. La DMI ha reunido a algunos de sus mejores tecnólogos en alimentos, investigadores y especialistas en ingredientes de productos lácteos de Estados Unidos para desarrollar y ofrecer soluciones a algunos de los desafíos en el desarrollo de alimentos más difíciles de la industria. Nuestro sistema de apoyo técnico ayuda a los fabricantes de alimentos y bebidas de Estados Unidos a tomar decisiones sobre las fórmulas de manera más fácil y rápida. Los miembros del equipo de soporte técnico de la DMI realizaron algunas contribuciones a este manual.

Fue para mí un honor participar para poder poner en sus manos este manual. Espero que funcione como una fuente valiosa de información técnica amplia y que cubra sus necesidades de desarrollo del producto junto con algunas soluciones de aplicaciones específicas, dado que esta asistencia técnica es parte de la misión de DMI.

Agradezco a muchos expertos en la materia que fueron autores de varias secciones de este manual, y espero que les resulten útiles en sus actividades profesionales.

Dr. William C. Haines,  
Vicepresidente de Mercadotecnia Interempresarial  
Dairy Management, Inc.

Las oficinas principales de DMI se encuentran ubicadas en Rosemont, Illinois (cerca de Chicago, IL), y usted se puede comunicar al:

Dairy Management Inc. TM  
10255 West Higgins Road, Suite 900  
Rosemont, Illinois 60018-5616 USA  
Tel: 1-800-853-2479  
Fax: 1-847-803-2077  
[www.dairyinfo.com](http://www.dairyinfo.com)  
[www.doitwithdairy.com](http://www.doitwithdairy.com)

## AMERICAN DAIRY PRODUCTS INSTITUTE



El Instituto Estadounidense de Productos Lácteos (ADPI), asociación comercial nacional de la industria de productos lácteos, se formó en abril de 1986 mediante una fusión del Instituto Estadounidense de Leche en Polvo (con una antigüedad de 61 años) y el Instituto de Productos de Suero (con una antigüedad de 15 años). En abril de 1987, el instituto expandió el alcance de sus actividades cuando se fusionó la Asociación de Leche Evaporada con el Instituto Estadounidense de Productos Lácteos, y la culminación exitosa de sus esfuerzos se presentó el 6 de febrero de 1997. Los miembros actuales del Instituto incluyen a los fabricantes de leche en polvo y leche evaporada, productos de queso y suero, compañías proveedoras y de servicios para procesadores, y varias compañías que utilizan estos productos lácteos procesados. A pesar de que la mayoría de nuestros miembros se encuentran ubicados en Estados Unidos, contamos también con varios miembros internacionales (actualmente 16 países).

El propósito empresarial de ADPI es llegar a ser el comunicador más eficaz de los atributos positivos y los beneficios de los productos lácteos que representamos. Este propósito empresarial debe realizarse para beneficio de nuestros miembros, sus clientes y consumidores.

El ADPI proporciona distintos servicios para sus miembros, ya que los representa en asuntos gubernamentales, de los consumidores y en relación a los estándares de identidad del producto.

Nuestro objetivo es proporcionar a nuestros miembros la información completa sobre la industria desde el procesamiento hasta la utilización. El ADPI proporciona los estándares para la leche en polvo, los cuales pueden encontrarse en el boletín ADPI 916 "Estándares para el grado de leche en polvo, que incluye métodos de análisis, y para los productos de suero que pueden encontrarse en el boletín W-16 "Suero y productos de suero -Definición, composición y métodos estándar para su análisis". Estas publicaciones y otros materiales pueden solicitarse a:

American Dairy Products Institute  
116 North York Street  
Elmhurst, IL, 60126 USA  
Tel: 1-630-530-8700  
Fax: 1-630-530-8707  
[www.adpi.org](http://www.adpi.org)

El Director General del Instituto es Jim Page, y usted puede ponerse en contacto con él a la dirección de correo:  
[jipage@adpi.org](mailto:jipage@adpi.org)  
Para asistencia técnica, por favor comuníquese con Dan Meyer a la dirección de correo:  
[dmeyer@adpi.org](mailto:dmeyer@adpi.org)  
y para cuestiones de contabilidad y estadística, comuníquese con Steve Griffin a la dirección:  
[sgriffin@adpi.org](mailto:sgriffin@adpi.org).





## 1.1 PRODUCCIÓN ESTADOUNIDENSE DE SUERO Y LACTOSA: GENERALIDADES

### *El productor de suero más grande del mundo*

Más de un cuarto del suero y la lactosa mundial -935,000 toneladas métricas- se fabrica en más de 200 plantas de suero en los Estados Unidos. Con una de las industrias de queso más grandes, una abundancia de tierra e inversiones en investigación y desarrollo, la industria de suero estadounidense es capaz de lograr un crecimiento desmedido.

### *Tecnología de punta e innovaciones*

La industria de suero estadounidense es líder en desarrollo tecnológico y utilización de las proteínas de suero. Los avances en la tecnología y las inversiones en desarrollo e investigación han permitido a la industria de suero estadounidense expandir su línea de productos desde los productos básicos, suero dulce en polvo y suero desmineralizado a distintos productos de alto valor, incluyendo los concentrados de proteínas de suero (los rangos de proteínas van desde el 34% al 80%) aislados de proteínas de suero (por encima de 90% de proteína) y las fracciones o derivados de la proteína de suero.

Con inversiones en investigación y desarrollo, la industria de suero estadounidense continúa avanzando hacia productos de suero con formas más novedosas y aplicables.

### *Propiedades funcionales*

Los productos de suero estadounidenses poseen distintas propiedades funcionales que les permiten adaptarse naturalmente a varias aplicaciones como los ingredientes de alimentos. En la tabla anexa se presentan algunos ejemplos de productos de suero y algunas de sus propiedades funcionales.

Producto	Propiedades funcionales (ver texto para mayores detalles)
Suero en polvo*, permeato	Desarrollo de color y sabor Sólidos Dispersable
Suero dulce	Sólidos y sabor lácteos Solubilidad Dispersable
WPC34	Fuente de proteínas Emulsificación Solubilidad Sabor suave lácteo Desarrollo de color y sabor
WPC80	Alto nivel protéico Emulsificación Batido Ligado de grasas Solubilidad Establecimiento de calor/gelado Ligado de agua
Aislados de proteínas de suero	Alto nivel protéico Solubilidad
Productos de suero desmineralizado	Buena fuente de suero y lactosa balanceada en forma nutricional Bajo contenido mineral Funcionalidad versátil
Proteínas bioactivas/fracciones de suero	Estimulación el crecimiento de la bacteria bifidus Colesterol reducido Mejoramiento del transporte de hierro Propiedades antibacteriales No alergénico Retención de humedad
Lactosa	Agente de textura Agente del flujo de carne Retención de color y sabor Agente de dorado y desarrolladores sabor No higroscópico Recubrimiento de sartén Dispersable Excipiente Sabor y sólidos lácteos
Suero de lactosa reducido	Dispersable
Calcio lácteo	Calcio con gran biodisponibilidad Sabor lácteo suave Totalmente natural

\*No higroscópico, desmineralizado, desproteneizado, y otros productos modificados están disponibles.

**Diversas aplicaciones**

La creación de una gran variedad de productos de suero ha dado lugar a nuevas oportunidades de utilización en distintos sectores. Algunos de los sectores de alimentos que se encuentran utilizando actualmente el suero, incluyen:

**Diferentes niveles de proteína, minerales y grasas para adecuarse a las necesidades del consumidor**

Los proveedores estadounidenses se especializan en cubrir las necesidades de los consumidores y ajustar sus productos a las especificaciones de los mismos. Lo último en tecnología de planta permite a los proveedores variar los niveles de proteína, minerales y grasas de sus productos. Los proveedores de suero estadounidenses pueden modificar los productos de suero mediante dichas tecnologías como son la desmineralización, cristalización o ultrafiltración. Por lo tanto, ofrecen productos que pueden variar en cuanto niveles de proteína desde menos del 12% hasta más del 90%, y los niveles de minerales varían entre 1% y 28%. Los productos de suero modificados con características nutritivas y funcionales mejoradas, también presentan una gran disponibilidad, y generalmente se personalizan para brindar un desempeño óptimo.

Sector de alimentos	Ej. de los productos	Requerimientos funcionales
Lacteo productos de queso, bebidas	Helado, yogurt, untados, bebidas	Sólidos lácteos, emulsificación, viscosidad, capacidad para batirse
Carnes	Carnes procesadas, embutidos, pescado	Ligamiento grasa/agua, formación de gel
Mezclas de sazonadores en polvo	Mezclas para papas fritas, platillos mexicanos, gravy	Dispersión, sabor, bajo dulzor
Repostería	Panqués, costrás para pay, panes y bollos	Color, desarrollo de sabor, regu- lación térmica, vida en estante
Confituras	Barras de dulce	Capacidad de batido, bajo dulzor, estabilidad en el reemplazo de huevo
Botanas	Galletas, barras	Expansión térmica, nutrición
Bebidas	Mezclas de cacao, crema para café, bebidas deportivas, bebidas saludables	Solubilidad, viscosidad, nutrición, sabor lácteo, calidad de proteína
Nutraceuticos y alimentos deportivos	Barras y bebidas energi- zantes complementos nutrimetnales para necesidades especiales	Bioactividad, calidad de la proteína, no-alergénico



### **Los estándares sanitarios y de calidad más estrictos del mundo**

La industria de suero de Estados Unidos se apega a las prácticas de producción estrictas que aseguran a todos los usuarios de productos de suero estadounidense que obtendrán un producto nutritivo, seguro y de gran calidad. Los productos de suero estadounidense deben acatar varios estándares de control de calidad muy rigurosos que se han desarrollado en cooperación con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) y la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) de los Estados Unidos. Todos los productos pasan por una prueba y evaluación para asegurar que no sólo cumplen con los estándares del gobierno estadounidense, sino con los requisitos del usuario final. Al apegarse a los más estrictos estándares sanitarios y de calidad, la industria de suero de los Estados Unidos puede garantizar que todos los usuarios finales reciben un producto de la mayor calidad.

### **Beneficios nutricionales**

La incorporación de los productos de suero estadounidense como ingredientes alimenticios proporciona beneficios de nutrición excepcionales. Los productos de suero estadounidense de alta calidad contienen aminoácidos esenciales, son fáciles de digerir y proporcionan una porción de eficiencia protéica (PER) mayor a 3.0. Los productos de suero estadounidense también son ricos en vitaminas como la tiamina, riboflavina, ácido pantoténico, vitamina B6 y B12.

### **Una industria creciente orientada a la exportación**

La tendencia continua y a largo plazo de los exportadores de suero estadounidense certifica la gran calidad y el uso cada vez mayor de los productos de suero estadounidense. Desde 1998 hasta el año 2001, todos los exportadores de suero en polvo estadounidense crecieron un 46%. Estados Unidos es el proveedor más grande de suero entre una larga lista de países en los que el sector de fabricación de alimentos y bebidas es innovador y dinámico. Gracias a la ilimitada capacidad de crecimiento, a la inversión continua en investigación y desarrollo, y al creciente enfoque internacional en la exportación, USDEC y la industria de suero estadounidense se encuentran listos para

ayudar a que usted emplee los productos de suero estadounidense y, de esta manera, responda rápidamente a nuevas oportunidades y logre expansión en el mercado.

### **Exportadores de suero estadounidense 1996-2001 (1000 toneladas métricas)**

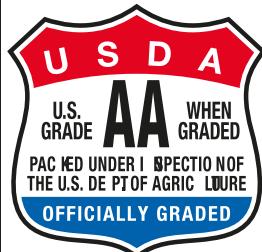
	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Suero	109.3	104.1	99.1	120.0	166.0	143.1
Concentrados de proteína de suero	5.6	2.0	19.5	15.7	17.6	24.5
Lactosa	74.5	82.2	75.5	80.1	99.5	127.2
Total	189.4	198.3	794.1	215.8	283.1	294.8

Fuente: U.S. Dairy Export Council and USDA





By MR. F. TRACY SCHONROCK  
Schonrock Consulting,  
Fairfax Station, VA



## 2.1 ESTÁNDARES DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS, SERVICIOS DE CALIFICACIÓN

### *Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)*

El USDA, Servicios de Mercadotecnia de Agricultura (AMS) y la Filial de Estandarización de Lácteos, han desarrollado los estándares y las especificaciones estadounidenses para varios productos lácteos. Estos estándares y especificaciones proporcionan medidas de calidad basadas en los atributos esenciales para los compradores y consumidores, tales como el sabor y la conservación de la calidad. Los estándares y especificaciones aseguran un lenguaje entendido nacional e internacionalmente para lograr un comercio ordenado y eficaz. Los requisitos para el suero en polvo pueden encontrarse en "United States Standards for Grades of Dry Whey". La nomenclatura para los niveles estadounidenses es "U.S. Extra". El grado estadounidense de suero en polvo se determina con base en el sabor, la apariencia física, el cálculo material, el conteo coliforme, el contenido de grasa láctea, la humedad y el contenido de partículas quemadas.

Para recibir la designación de un grado para USDA, el suero en polvo debe cubrir los requisitos del Grado Extra estadounidense.

Este estándar tiene efecto desde el 14 de diciembre de 2000. Y se encuentra disponible en:

United States Department of Agriculture  
Agricultural Marketing Service  
Dairy Programs,  
Dairy Standardization Branch  
Room 2746-S  
1400 Independence Avenue, SW  
Washington DC 20250-0230 USA  
Tel: 1-202-720-7473  
Fax: 1-202-720-2643  
[www.ams.usda.gov/dairy](http://www.ams.usda.gov/dairy)

### *Servicios de inspección y calificación*

Cuando usted adquiere suero en polvo de Grado Extra estadounidense, puede estar seguro de que es un producto saludable y de gran calidad. El Servicio de Mercadotecnia de Agricultura (AMS) de USDA, en la Filial de Calificación de Lácteos, le proporciona esta seguridad. Los estándares y los servicios de calificación proporcionados por USDA ayudan a coordinar en forma ordenada la mercadotecnia de los productos lácteos. Tanto para compradores como para vendedores, este servicio garantiza que el producto cumpla con el grado específico o con los requisitos de contratación, que tenga una calidad uniforme y que se conserve con esa buena calidad. Con el fin de tener un suero en polvo calificado, el fabricante deberá recibir la inspección de USDA en sus instalaciones.

### **Estándares estadounidenses para el Grado Extra estadounidense de suero en polvo**

Sabor*	Normal, sin sabores desagradables
Apariencia física	Color uniforme, flujo libre, sin grumos, prácticamente sin partículas oscuras visibles
SPC** estimado bacteriano	≤30,000/g
Coliforme	≤ 10/g
Grasa Láctea	≤ 1.50%
Humedad	≤ 5.0%
Contenido de partículas quemadas	≤ 15.0 mg
Color Normal	No hay requerimiento para clasificación:
Ayuda a diferenciar el suero ácido del dulce.	Esta información se encuentra en el certificado
<b>Pruebas opcionales***</b>	
Proteína (Nx6.38)	≥ 11%
Alcalinidad de las cenizas****	≤ 225 ml 0.1 N HCl/100g

\* Se aplicará a la forma licuada de nuevo.

\*\* SPC= conteo de placas estándar

\*\*\* Estos son los requisitos opcionales que se adhieren a los anteriores. Es posible que se realicen en forma ocasional pruebas para estos requisitos, según la opción del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, y se llevarán a cabo siempre que lo solicite una parte interesada.

\*\*\*\* Sólo se aplicará al suero dulce.

## 2.2 INSPECCIÓN DE LA PLANTA

La inspección de la planta la realizan inspectores de lácteos experimentados y bien capacitados. La inspección se relaciona con verificaciones detalladas de más de 100 elementos. Sólo a las plantas que cumplen con estos requisitos se les otorga un "Estado de aprobación" y pueden elegirse para los servicios de clasificación, control de calidad y certificaciones. Las plantas fabricantes a las cuales se les otorgó el Estado de aprobación se presentan en un folleto publicado trimestralmente llamado "Plantas de lácteos revisadas y aprobadas por el Servicio de Clasificación de USDA". El folleto se encuentra disponible en:

United States Department of Agriculture  
Agricultural Marketing Service  
Dairy Programs,  
Dairy Grading Branch  
Room 2746-S.  
1400 Independence Avenue, SW  
Washington, DC 20250-0230 USA  
Tel: 1-202-720-3171  
Fax: 1-202-720-2643  
[www.ams.usda.gov/dairy/grade.htm](http://www.ams.usda.gov/dairy/grade.htm)

### Inspección y clasificación

La USDA ofrece varios servicios de inspección y clasificación para proporcionar la seguridad de que los productos son sanos y de alta calidad.

Estos servicios incluyen, entre otras cosas, la confirmación del grado, el análisis de composición, la condición del análisis del contenedor, la ponderación de la prueba y la resolución de la disputa. El clasificador asegura la integridad de todas las muestras y analiza cada una de ellas para determinar su cumplimiento con el estándar de grado o la especificación del contrato. Los resultados de las evaluaciones de los productos que cumplen con el estándar o la especificación se documentan en un certificado oficial de USDA.

Algunos de los elementos que incluye la lista del inspector

1. Los alrededores de la planta deben estar limpios para evitar la contaminación material o ambiental y aumentar la seguridad del producto.
2. Las instalaciones deben ser de construcción de sonido.
3. Las áreas tales como la recepción de leche sin pasteurizar, recepción de ingredientes, fabricación, pasteurización, empacado, almacenamiento de provisiones y almacenamiento general, debe tener la iluminación adecuada para facilitar la inspección de los productos y la limpieza debida del equipo y las instalaciones.
4. El producto de leche sin pasteurizar se clasifica regularmente.
5. La entrada de leche debe ser analizada con regularidad para asegurar la alta calidad y seguridad del producto.
6. Todo el equipo de procesamiento debe tener un diseño sanitario, tener un mantenimiento y limpieza adecuados para asegurar al comprador que la leche se encuentra protegida de la contaminación.
7. Las prácticas de manejo del producto, las prácticas del empleado y los controles de proceso deben mantenerse con el fin de asegurar la calidad y seguridad del producto.
8. Deben realizarse las prácticas de almacenamiento y empacado para mantener la certeza ante el comprador de que se conserva la calidad y la seguridad del producto.

Fotografía Cortesía: Hilmar Cheese Company



## 2.3 SERVICIOS DE CERTIFICACIÓN DE EXPORTACIÓN Y DE LABORATORIO

### *Servicios de certificación de exportación*

Se requieren en forma rutinaria los testimonios o certificaciones de exportación por parte de los países importadores para documentar cuáles productos se adecuan al consumo humano; se producen de acuerdo con las condiciones adecuadas de salubridad están exentas de enfermedades animales y han sido inspeccionados en forma general.

La USDA puede proporcionar certificaciones de exportación que cumplen con los requisitos de la mayoría de los países importadores. La USDA, de su filial de clasificación de productos lácteos, es la autoridad de certificación autorizada para los productos lácteos destinados para la Unión Europea.

### *Servicio de Laboratorio*

El servicio de laboratorio consiste en análisis de control analítico y de calidad que incluyen todas las determinaciones químicas y bacteriológicas esenciales en la evaluación de la clase, calidad, condición y mantenimiento de propiedades. La exactitud de los análisis de laboratorio garantiza la calidad y salubridad del producto. Por ejemplo, el suero en polvo requiere cinco pruebas de laboratorio y una prueba de sabor.

### *Personal*

Los hombres y mujeres que realizan estos servicios cuentan con experiencia, capacitación y trabajan bajo la supervisión de la USDA. Muchos clasificadores de producto e inspectores de plantas son graduados universitarios con especialidad en fabricación de productos lácteos o en tecnología de alimentos, y han desarrollado responsablemente su actividad en la industria de productos lácteos.

### **Instituto Estadounidense de Productos Lácteos (ADPI)**

El ADPI ha desarrollado distintas especificaciones para el suero y sus productos relacionados, las cuales pueden ser benéficas para el mercado de exportación. Algunos ejemplos de dichas especificaciones se presentan a continuación. Para mayor información sobre las especificaciones de los productos de la USDA, comuníquese a la organización en:

American Dairy Products Institute  
166 North York Street  
Elmhurst, Illinois 60126 USA  
Tel: 1-630-530-8700  
Fax: 1-630-530-8707  
[www.adpi.org](http://www.adpi.org)

### **2.4 CERTIFICACIÓN KOSHER Y HALAL**

Los proveedores pueden obtener voluntariamente la certificación Kosher o Halal por medio de las organizaciones de certificación reconocidas internacionalmente. Debido a la importancia religiosa y a la sensibilidad de los requisitos para la certificación kosher y halal, los compradores se ven motivados a comunicarse con los proveedores por anticipado, de manera que puedan obtener fuentes apropiadas de suero. Para mayor información, comuníquese con su proveedor.

### **2.5 DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA ESTATAL**

Las entidades a nivel estatal también certifican las plantas de procesamiento. Para mayor información, comuníquese con su proveedor.

### **2.6 OTRAS CERTIFICACIONES Y PRUEBAS**

En algunos casos, las plantas también se aprueban de manera que cumplan con los estándares industriales para proveer otras industrias.

Algunos ejemplos incluyen el Instituto Americano de Repostería, con certificación ISO 9000, PMO (Estatuto de la Leche Pasteurizada), USPHS (Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos), EPA (Agencia de Protección Ambiental), y otros. Además, los proveedores individuales pueden tener una producción adicional y una prueba para mantener el registro del producto terminado.

### **Rangos de composición común de ADPI**

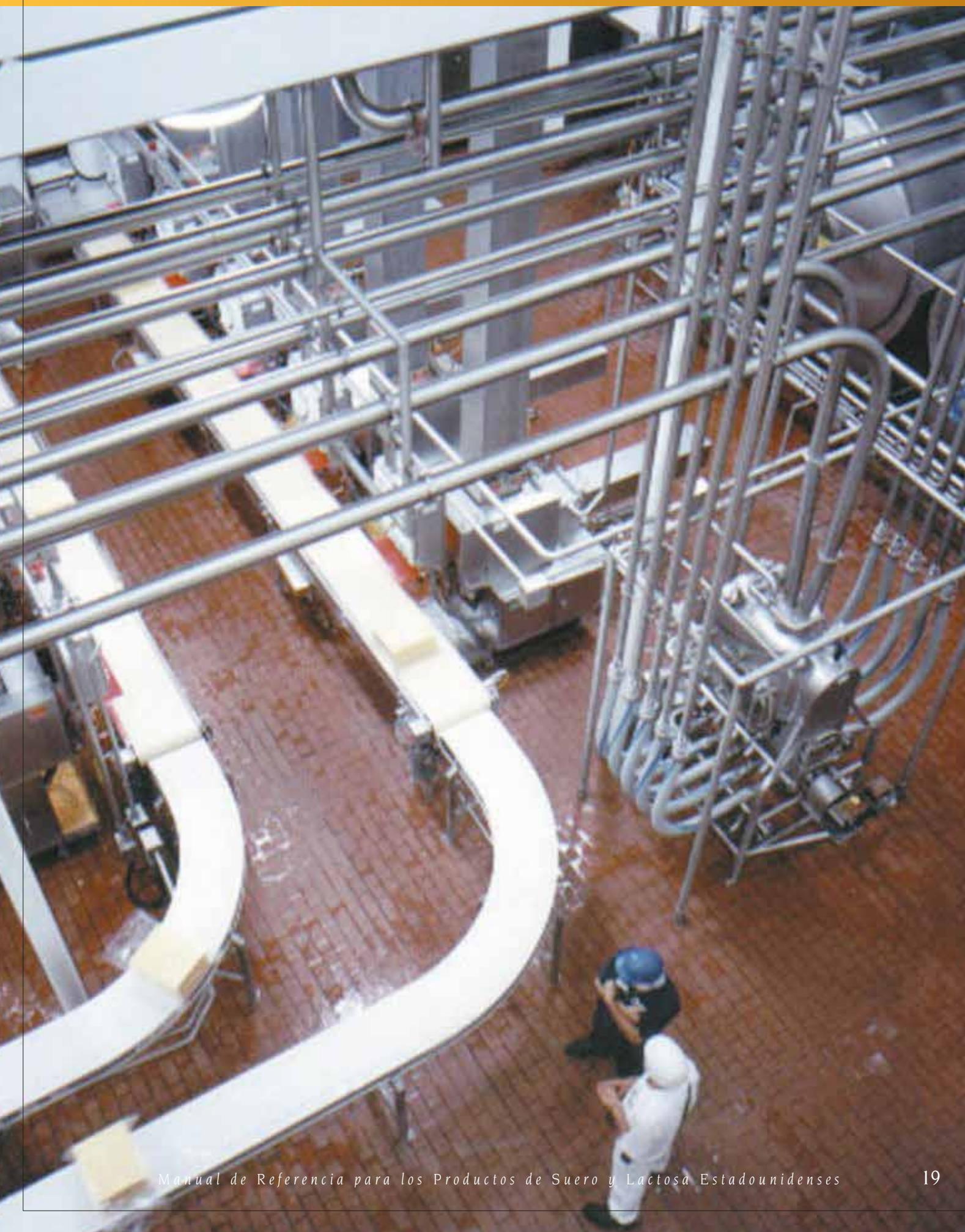
Criterio	Suero en Polvo (Dulce)	Permeato/Sólidos de Productos	Suero Reducido en Minerales Lácteos	Concentrado de Proteínas de Suero	Aislado de Proteína de Suero
Proteína	11.0–14.5%	3.0–5.0%	11.0–15.0%	34.0–79.9%	92.0%
Lactosa	63.0–75.0%	65.0–85.0%	70.0–80.0%	10.0–55.0%	0.5%
Grasa Láctea	1.0–1.5%	0.0–1.5%	0.5–1.8%	1.0–10.0%	1.0%
Cenizas	8.2–8.8%	8.0–20.0%	1.0–7.0%	4.0–8.0%	2.0%
Humedad	3.5–5.0%	3.0–5.0%	3.0–4.0%	3.0–4.0%	4.5%
SPC*	≤ 30,000/g	≤ 30,000/g	≤ 30,000/g	≤ 30,000/g	≤ 30,000/g
Coliforme	≤ 10/g	≤ 10/g	≤ 10/g	≤ 10/g	≤ 10/g
Salmonela	Resultado Negativo	Resultado Negativo	Resultado Negativo	Resultado Negativo	Resultado Negativo
Listeria	Resultado Negativo	Resultado Negativo	Resultado Negativo	Resultado Negativo	Resultado Negativo
Escherichia Coliforme Coagulasa Positivo	Resultado Negativo	Resultado Negativo	Resultado Negativo	Resultado Negativo	Resultado Negativo
Partículas Quemadas	7.5–15.0 mg	7.5–15.0 mg	7.5–15.0 mg	7.5–15.0 mg	7.5–15.0 mg
Acidez Tritratable	0.10–0.15%	0.10–0.15%	—	—	—
pH	5.8–6.5		6.2–7.0	6.0–6.7	6.7–7.5
Color	De blanco opaco a color crema	De blanco opaco a color crema	De crema a crema oscuro	De blanco a color crema claro	De blanco a color crema claro
Sabor**	Sabor de Suero Normal	Sabor de Suero Normal	Sabor de Suero Normal	Insípida Suave	Insípida Suave
Alcalinidad de la Ceniza	≤ 225 ml 0.1 N HCl/100 g				

\*SPC = Standard plate count

\*\*Applies to the reconstituted form

Nota: La declaración de los ingredientes deberá presentar el porcentaje de componente que los caracteriza (lactosa, minerales o proteínas). El porcentaje se declarará en incrementos de 5% para la lactosa en la proteína, del 2% para minerales y el aislado de proteína de suero, o como su porcentaje real dependiendo del análisis del producto provisto. Fuente: Folleto de Descripción de Ingredientes del ADPI, Actualizado 1998.

Fuente: ADPI Ingredient Description Brochure, Revised 1998.



Por Dr. KAREN SMITH

*Centro de Wisconsin para la Investigación de Lácteos Madison, WI*

**Editado por Dr. RUSTY BISHOP** *Centro de Wisconsin para la Investigación de Lácteos Madison, WI*

*El suero lácteo dulce, tal como se produce en los Estados Unidos, es un producto de manufactura de queso mediante el cual la coagulación es lo primero que se realiza utilizando una enzima. En Estados Unidos se producen muchos tipos de quesos; sin embargo, los tipos Cheddar y Mozzarella son los que se producen en mayor cantidad.*



### 3.1 PERSPECTIVA GENERAL: TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL PROCESAMIENTO DEL SUERO LÁCTEO

El suero lácteo seco del contenedor de queso contiene partículas de lípidos, ácidos, minerales, microorganismos y otros componentes de leche que no se retuvieron en el requesón. El fabricante de quesos utiliza típicamente métodos de centrifugación para remover residuos del queso y la mayoría de los lípidos del suero lácteo. Una centrifugación de clarificación, se utiliza por lo general para remover los residuos del queso mientras que otro tipo de centrifugación conocido como separación, remueve las grasas. La grasa removida se conoce como crema de suero lácteo. La remoción de grasas y residuos del queso mejora la calidad del producto final de suero lácteo.

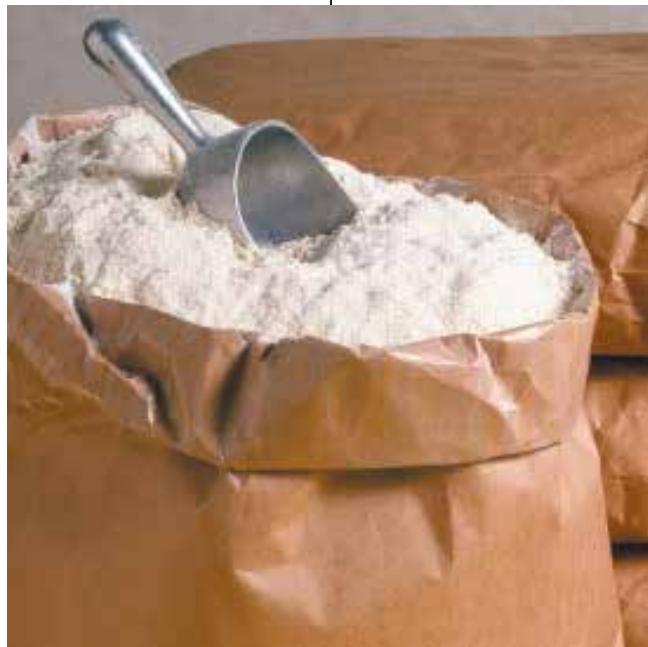
Los microorganismos cultivados en el queso se añaden a la leche para convertir la lactosa en ácido láctico durante la producción del queso. Algunos de estos mismos organismos cultivados en el queso se encuentran en el suero lácteo en el que no se desea que la habilidad que tienen de convertir lactosa en ácido láctico se presente. Es por eso, que los fabricantes pasteurizan inmediatamente el suero lácteo para inactivar los microorganismos cultivados en el queso o rápidamente enfrian el suero lácteo a menos de 7°C para detener la producción de ácidos y pasteurizan el suero lácteo.

El suero lácteo se pasteuriza (a altas temperaturas en poco tiempo) al calentarlo al menos a 72°C y manteniendo esta temperatura o por arriba de ésta durante un mínimo de 15 segundos. Se pueden utilizar otras combinaciones de tiempo y temperatura pero la más común es la de 72°C/15 segundos. La pasteurización asegura la eliminación de cualquier patógeno potencial encontrado en el suero lácteo, inactiva los microorganismos cultivados en el queso así como de otras bacterias que puedan estar en el suero lácteo.

Después de la pasteurización y remoción de residuos y de la crema de suero lácteo, éste está listo para convertirlo en el producto de suero lácteo deseado. Los fabricantes estadounidenses utilizan una o más de las siguientes tecnologías para cubrir las especificaciones funcionales y nutrimentales del usuario final.

Los procesos para fabricar productos de suero lácteo incluyen:

- Evaporación y secado
- Centrifugación
- Cristalización
- Cromatografía
- Intercambio de iones
- Electrodialisis
- Procesos de membrana
- Absorción (por ejemplo: carbón activado para remover el color)



## 3.2 EVAPORACIÓN Y SECADO

- Procesos comunes a casi todos los productos de suero lácteo
- Tipo de evaporación / secado que afecta la calidad del producto final
- Por lo general, las proteínas permanecen desnaturalizadas

La evaporación es el proceso de remover el agua del suero lácteo. El suero lácteo, tal cual se obtiene del contenedor de queso contiene aproximadamente del 6 al 7% total de sólidos. La evaporación incrementa el total de sólidos del suero lácteo al remover el agua. La remoción de agua reduce los costos de transporte y almacenaje para el manejo del suero lácteo; por lo tanto, la evaporación es un proceso común en la elaboración de productos de suero lácteo. La evaporación es también un pre-requisito para otros pasos de procesamiento tales como la cristalización y el secado.

La concentración de vacío es un tipo común de evaporación. Un vaporizador al vacío vaporiza y remueve el agua del suero lácteo a temperaturas significativamente menores a los 100°C. La estructura de las proteínas del suero lácteo se pueden alterar irreversiblemente (desnaturalizar) por el calor; sin embargo, se utilizan bajas temperaturas durante la evaporación al vacío y así se reduce la desnaturalización de las proteínas del suero lácteo.

La cantidad de vacío utilizado, el tipo de evaporación y el precalentado tiempo/temperatura, son factores importantes que se pueden variar para alterar las propiedades finales del suero lácteo. Un ejemplo de alteración controlada es el uso de altas temperaturas o retención de tiempos para producir polvo de suero lácteo para cuajar. Típicamente se seleccionan las condiciones del vaporizador para reducir el daño a las proteínas del suero lácteo.

El secado consiste en un retiro posterior de agua del suero lácteo. Existen muchos tipos de secadores y la mayoría de los productos de suero lácteo para consumo humano se secan casi exclusivamente en secado por atomización; mientras que el secado con rodillos se utiliza algunas veces para secado de suero lácteo para productos de alimentos para animales.

El secado por atomización consiste en atomizar suero lácteo concentrado en una corriente de aire caliente a una cámara. El agua se evapora rápidamente y así se protegen las proteínas del suero lácteo del daño del calor. El atomizador puede ser una boquilla de presión o un disco centrífugo. Al controlar el tamaño de las gotitas, la temperatura del aire y el flujo del aire, es posible evaporar casi toda la humedad mientras que se exponen los sólidos a (relativamente) bajas temperaturas. El secado por atomización da un rendimiento de polvo de suero lácteo con excelente solubilidad, sabor y color.

El secado con rodillos involucra contacto directo entre una capa de suero lácteo concentrado y la superficie caliente de rodillos giratorios. Algunas veces el calor intenso causa cambios irreversibles en los productos de suero lácteo tales como un dorado no enzimático y desnaturaleza de proteínas. Los productos de suero lácteo por secado de rodillos tienden a ser más oscuros debido al incremento de reacciones pues contienen más partículas quemadas y tienen poca solubilidad comparada con el polvo de suero lácteo secado por atomización.

Los productos de suero lácteo secados por atomización se pueden hacer instantáneos para mejorar la reconstitución de sus propiedades. Esto se logra por la aglomeración de partículas pequeñas de suero lácteo secado por atomización en pequeños racimos. Los vacíos en el polvo aglomerado facilitan la dispersión y la hidratación de partículas.



Fotografía: cortesía de la División de ingredientes de Land O'Lakes

## 3.3 PROCESOS DE VALOR AGREGADO

Los componentes valiosos del suero lácteo se pueden concentrar o aislar a través de una serie de procesos. Dichos procesos incluyen las tecnologías de membrana, electrodiálisis, intercambio de iones y la cristalización.

### Tecnologías de membrana

- Separación por presurización utilizando membranas semipermeables
- Típicamente utilizan relativamente bajas temperaturas
- Diseñados para volúmenes de producto de bajo a alto
- No desnaturalizan las proteínas
- Permiten una producción de suero lácteo con concentrados de proteína de 34 al 90%
- Incluye: osmosis inversa, nanofiltración, ultrafiltración, microfiltración

La tecnología de membrana involucra el paso del fluido del suero lácteo a través de una membrana semipermeable. Una combinación de bombas y válvulas crea una presión gradual a lo largo de la membrana, la cual dirige las pequeñas moléculas en el suero lácteo a través de la membrana, por lo que concentra las moléculas más grandes y las partículas que no pueden cruzar la membrana. La porción de suero lácteo que no puede cruzar la membrana o que es detenida, se le conoce como retenato mientras que la porción que cruza o se impregna con la membrana se le conoce como permeato.

Es posible separar selectivamente o concentrar los componentes del suero lácteo utilizando membranas con diferentes tamaños de poros o cortes de pesos moleculares. Existen cuatro tipos de membranas utilizadas para el procesamiento del suero lácteo: (1) osmosis inversa (RO), (2) nanofiltración (NF), (3) ultrafiltración (UF) y (4) microfiltración (MF). Los sistemas de membrana no exponen el suero lácteo a temperaturas <55°C por lo que se reducen los cambios térmicos en la calidad de la proteína.

Las membranas de osmosis inversa tienen los poros más pequeños. Sólo el agua atraviesa la membrana mientras que los otros componentes del suero lácteo se retienen. Un uso común de las membranas RO es la desalintización del agua. Por lo general, estas membranas se clasifican según la capacidad que tengan de rechazar la sal. Tal como la concentración de vacío, los sistemas de RO no cambian las proporciones de los componentes sólidos del suero lácteo al remover solamente el agua. La cantidad de concentración del suero lácteo por el método RO es limitada por el incremento de la viscosidad y presión osmótica del suero lácteo conforme se remueve el agua.

En algunas ocasiones, a las membranas de nanofiltración se les conoce como membranas "sueltas" de RO. Las membranas NF permiten ciertos iones monovalentes para cruzar la membrana junto con el agua, dando como resultado una "desalinización" parcial del suero lácteo. Ya que solamente se remueven los minerales con una pequeña carga, las membranas NF sólo reducen ligeramente el contenido de mineral del suero lácteo. Las membranas MF se pueden utilizar para reducir el contenido de cloruro de sodio de algunos tipos de suero lácteo.

Las membranas de ultra filtración tienen poros más grandes que las membranas RO o NF. Las membranas UF impregnán lactosa y ceniza mientras que retiene las proteínas en el suero lácteo por lo que hace a las membranas UF la herramienta estándar para la producción de concentrado de proteínas del suero lácteo. A mayor cantidad de lactosa y cenizas removidas, más alto será el contenido de producción de concentrado de proteínas del suero lácteo. Debido a que la viscosidad del suero lácteo incrementa conforme el concentrado de proteínas aumenta, se agrega agua al retenato para limpiar cantidades adicionales de lactosa y minerales en un proceso llamado diafiltración y que es necesario para una producción de suero lácteo con concentrados de proteína con más del 50%.

Las membranas de microfiltración tienen los poros más grandes de todos los procesos de separación de membranas. Las proteínas solubles más pequeñas, el péptido, la lactosa, los minerales y los componentes nitrogenados sin proteínas así como el agua, se impregnan en las membranas MF. Los glóbulos de grasa son retentados por las membranas MF por lo que estas membranas se pueden utilizar para remover las pequeñas cantidades de grasa que no se recuperan por la centrifugación. Las cantidades de grasa rastreadas se deben remover para la producción de concentrado de proteínas del suero lácteo.

### **Electrodiálisis**

- No desnaturiza las proteínas
- Permite operaciones continuas posibles
- Disponible para 70-75% de remoción de mineral

La electrodiálisis también utiliza membranas semipermeables; sin embargo, una corriente eléctrica reemplaza la presión como la fuerza conductora para la separación de los componentes del suero lácteo. Las membranas de la electrodiálisis permiten que solo los minerales se impregnen mientras se retiene la lactosa y las proteínas. Una corriente eléctrica dirige los iones de mineral cargado a través de las membranas y hacia una corriente de salmuera. La lactosa no se afecta por esta corriente y las proteínas no pueden cruzar las membranas por lo que sólo se remueven los minerales. La electrodiálisis no desnaturiza las proteínas del suero lácteo al remover hasta el 75% de los minerales del suero lácteo.

### **Intercambio de iones**

- No desnaturiza las proteínas
- Permite un grado mayor de pureza
- Disponible hasta para el 98% de remoción del mineral

El intercambio de iones es un tipo de cromatografía. Por ejemplo, cuando se produce suero lácteo desmineralizado, el suero lácteo pasa a través de una columna que contiene gotas absorbentes que envuelven los iones (minerales cargados) en el suero lácteo. El residuo de componentes de suero lácteo tales como la proteína y la lactosa, pasan a través de una columna sin dificultades. Por lo tanto, el suero lácteo resultante tendrá cantidades reducidas de minerales comparado con el suero lácteo no tratado. El intercambio de iones no desnaturiza las proteínas y puede remover hasta el 98% de los minerales del suero lácteo.



**Cromatografía**

- No desnaturaliza las proteínas
- Permite un alto grado de pureza
- Adaptable al valor agregado de productos de alta pureza

Los procesos de cromatografía utilizan resinas cargadas para separar las proteínas de otros componentes del suero lácteo. Las proteínas se envuelven en oposición con las resinas cargadas mientras que los componentes como la lactosa no se envuelven y así pasan directamente a través del sistema. Una vez que el suero lácteo ha pasado a través de la columna o tanque que contiene la resina, se envía una barrera a través del sistema para soltar las proteínas unidas. Las proteínas se pueden purificar posteriormente por UF y después se pueden secar por atomización.

La cromatografía también se puede utilizar para separar proteínas específicas de otras proteínas del suero lácteo. El lacto hierro y lacto peroxidasa se cargan positivamente a un pH típico para el suero lácteo dulce. Las principales proteínas del suero lácteo, el alfa-lactoalbúmina, el beta-lactoglobulina y el suero lácteo bovino se cargan negativamente al mismo pH. Cuando el suero lácteo pasa a través del contenedor que tiene resina cargada negativamente, el lacto hierro cargado negativamente y la lactoperoxidasa se unen a la resina mientras que las otras proteínas y elementos del suero lácteo pasan a través de la columna. Una solución alcalina se envía a la columna para liberar las proteínas unidas de la resina. Las proteínas recuperadas entonces se pueden lavar y secar por atomización.

**Cristalización**

- Proceso lento por lotes
- Por lo general combinado con otros procesos
- No desnaturaliza las proteínas
- Se utiliza para la producción de suero lácteo de naturaleza no hidroscópica y para la producción/remoción de lactosa

La cristalización se utiliza ya sea para producir lactosa o suero lácteo de naturaleza no hidroscópica / polvo para impregnar. El suero lácteo o permeato se concentra al menos al 50% del total de los sólidos por evaporación en el que la lactosa está tan saturada como si estuviera cristalina; mientras que el suero lácteo concentrado/permeato se enfria. Después del que el suero lácteo/permeato se ha enfriado lo suficiente, los cristales de lactosa se pueden remover para un proceso posterior a un nivel alto de calidad de lactosa, o la solución de suero lácteo/permeato con lactosa cristalizada se puede secar para producir polvo de suero lácteo/ permeato de naturaleza no hidroscópica.

**3.4 OTROS PROCESOS**

Existen ciertos procesos que pueden agregar valor al suero lácteo. Incluidos en los procesos de valor agregado se encuentran la hidrólisis de lactosa, la hidrólisis de proteína y la desnaturización tradicional.

**Hidrólisis de lactosa**

La enzima beta galactosidasa se puede agregar al suero lácteo para hidrolizar la lactosa disacárido en sus componentes monosacáridos, glucosa y galactosa. Se utilizan el tiempo y la temperatura para controlar el grado de hidrólisis de la lactosa.

**Hidrólisis de proteínas**

La proteasa es una enzima agregada al suero lácteo para hidrolizar las proteínas. El tipo de proteasa añadida, el tiempo y la temperatura se utilizan para controlar el tipo y grado de hidrólisis de proteínas.

**Desnaturalización tradicional**

Las proteínas del suero lácteo se pueden desnaturalizar por el calor para alterar sus propiedades funcionales. Una combinación del tiempo y la temperatura se utilizan para controlar la cantidad de desnaturalización de las proteínas del suero lácteo. Por lo general, la desnaturalización controlada se realiza durante el tratamiento de precalentado. La cantidad de proteína desnaturalizada se puede medir con el índice de nitrógeno de proteína del suero lácteo.

## PREGUNTAS Y RESPUESTAS

**P.** ¿Cuáles son las diferencias entre la producción de aislado de proteínas del suero lácteo (WPI por sus siglas en inglés) por microfiltración contra el intercambio de iones / cromatografía?

R. La producción de aislado de proteínas del suero lácteo ya sea por intercambio de iones / cromatografía o microfiltración tienen composiciones netas similares. La diferencia más significativa entre la producción de aislado de proteínas del suero lácteo por estos dos métodos, radica en los niveles de glicomacropéptido (GMP) en la producción de los mismos por microfiltración. Los usuarios finales que quisiieran hacer quejas sobre la presencia de GMP en el producto deben asegurarse de que seleccionaron producción de aislado de proteínas del suero lácteo para MF. Ya que de otra manera, las propiedades funcionales de los dos tipos de WPI serán similares.

**P.** ¿Qué es el índice de nitrógeno de las proteínas del suero lácteo (WPNI) por sus siglas en inglés?

R. El índice de nitrógeno de las proteínas del suero lácteo es una medida indirecta de la cantidad de proteínas del suero lácteo que están desnaturalizadas. El WPNI puede reflejar el grado de tratamiento de calor que reciben las proteínas durante el proceso. La solubilidad de las proteínas del suero lácteo a veces se correlaciona con el valor del WPNI; es por eso que el WPNI puede ser una especificación importante para el usuario final.

**P.** ¿Qué son las partículas quemadas?  
¿Son importantes?

R. Las partículas quemadas son pequeñas partículas de color dorado a café que pueden ser visibles al ojo humano. Durante el secado, algunas partes del suero lácteo pueden tener contacto o pegarse a las paredes del contenedor. Estas partículas se exponen a temperaturas más altas en el secado y poco a poco, las partículas adheridas se secarán lo suficiente para desprenderse de las paredes del secador al pulverizador de suero lácteo seco. La exposición a altas temperaturas es causa de que las partículas adquieran un color dorado y sean menos solubles que las partículas pulverizadas típicas de suero lácteo. Dependiendo del uso final para el polvo de suero lácteo, las partículas quemadas pueden ser importantes o no. Ya que las partículas quemadas en determinado momento son más oscuras en color e insolubilidad pueden limitar las aplicaciones para el polvo del suero lácteo.

**P.** ¿Por qué existen productos de suero lácteo desmineralizados más caros que el suero lácteo dulce?

R. El suero lácteo puede desmineralizarse ya sea por intercambio de iones o por electrodialisis. El intercambio de iones involucra un proceso con grandes cantidades de agua que debe tratarse antes de disponer de ellos adecuadamente. La electrodialisis utiliza grandes cantidades de electricidad, lo cual es muy costoso en muchos lugares de Estados Unidos. El productor de suero lácteo desmineralizado debe incluir los costos de estos procesos en el precio final del producto para obtener una ganancia.



### 3.5 TECNOLOGÍAS DE PUNTA PARA LOS INGREDIENTES DEL SUERO LÁCTEO

Los métodos utilizados para la producción de proteínas del suero lácteo presentan algunas de las innovaciones y cuestiones prácticas más interesantes. Los investigadores están estudiando variaciones únicas en la cromatografía a través del intercambio de iones, la afinidad de membranas y la absorción bioselectiva o un proceso llamado extracción inversa micelar para separar y purificar proteínas específicas del suero lácteo. Por ejemplo, investigadores en la Universidad de Wisconsin, Madison, están logrando separaciones de proteínas utilizando cromatografía de membranas. Los métodos actualizados de cromatografía evolucionaron, de procesos originalmente desarrrollados para la industria biofarmacéutica hace 25 años, lo cual ofrece nuevas oportunidades para purificar proteínas importantes como el lacto-hierro y la betalactoglobulina cuando se utilizan en el suero lácteo.

En la Universidad del estado de Utah, Logan, investigador demuestra la viabilidad de la separación técnica del lactohierro y del transhierro del suero lácteo. En la Universidad de California, Davis, otra técnica prometedora de separación de proteínas del suero lácteo utiliza solventes inversos para conseguir los aislamientos específicos de proteínas. Los métodos micelar inversos ofrecen un gran potencial para la extracción continua de proteínas específicas de una mezcla acuosa alcanzando una concentración simultánea y purificación de proteínas específicas de una manera eficiente.

El siguiente paso para mejorar las aplicaciones de proteínas del suero lácteo es desarrollar la función de las proteínas incrementando su adaptabilidad con los nuevos usos. Los investigadores están ampliando el desempeño de las proteínas del suero lácteo con un huésped que se puede manipular física y químicamente.

La extracción de proteínas del suero lácteo tiene un rendimiento de proteínas del suero lácteo texturizado que puede competir con los ingredientes de proteínas de vegetales texturizados. Los investigadores también han desarrollado un polímero de proteína del suero lácteo que proporciona un deshielo grueso que cuaja con estabilidad normal conseguida por los hidrocoloides.

Otro aspecto del proceso de purificación micelar inverso es el enfoque en las capacidades de micro-emulsión. Una nueva investigación en este sentido apoya la teoría de que la alfa-lactoalbúmina puede tener un lugar importante en la formación de nuevos tipos de micro emulsiones biocompatibles para las aplicaciones farmacéuticas, alimentos y cosméticos.

Investigadores de la Universidad de California, Davis, han tenido éxito en desarrollar y patentar la tecnología que utiliza las proteínas del suero lácteo como agentes microencapsuladores. Esta nueva aplicación para las proteínas del suero lácteo permite la formación de películas delgadas (paredes) para rodear las gotitas de líquido o los materiales sólidos que constan de ingredientes alimenticios, farmacéuticos u otro tipo de compuestos activos. Dadas las habilidades funcionales únicas de las proteínas del suero lácteo y el valor nutritivo, las aplicaciones con nutrólogos y la industria farmacéutica puede ser solo el comienzo.

*Adaptado de Innovaciones en Lácteos (Innovations in Dairy), May 2000.*

*Resumen de la Tecnología de la Industria de Lácteos. Dairy Management Inc. Reimpresión permitida bajo permiso.*

### 3.6 POLIMERIZACIÓN Y MODIFICACIÓN DE PROTEÍNAS

Por el Dr. ANAND RAO

Davisco Foods International, Inc.,  
Eden Prairie, MN

#### Introducción

Las proteínas del suero lácteo tienen excelentes beneficios nutricionales así como propiedades funcionales en alimentos procesados. Las propiedades funcionales de las proteínas del suero lácteo se pueden mejorar o modificar por diferentes métodos, químicos, físicos o enzimáticos. Algunos ejemplos de una modificación química incluyen la acetilación, succinilación, esterificación, amidación, fosforilación y tiolación. Los cambios funcionales también se pueden llevar a cabo utilizando técnicas físicas tales como el tratamiento térmico o fuerzas mecánicas como el batido o extrusión. Las propiedades funcionales de las proteínas se pueden modificar utilizando enzimas ya sea para la unión cruzada, para crear polímeros mayores o por hidrólisis para crear péptidos pequeños y polipéptidos.

Esta sección se enfocará exclusivamente en el uso de enzimas para la producción de polímeros de proteína e hidrolisatos así como de los cambios funcionales resultantes.

#### Polimerización

Las enzimas se utilizan para crear uniones cruzadas intramoleculares e intermoleculares en las proteínas del suero lácteo dando como resultado polímeros complejos. La transglutaminasa (TGase) es una enzima que se ha estudiado ampliamente para los efectos en la modificación de proteínas del suero lácteo a través de la unión cruzada. La TGase incluye una polimerización al catalizar la interacción covalente entre la lisina y los residuos de glutamina de las cadenas de polipéptidos. Los polímeros resultantes muestran características funcionales diferentes de las originales de las proteínas del suero lácteo.

El efecto más significativo de la polimerización de las proteínas del suero lácteo es el incremento en la fuerza del gel, hasta 10 veces la fuerza del mismo de las proteínas de suero lácteo no polimerizadas. Los cambios adicionales que resultan de la polimerización incluyen:

- Viscosidad incrementada de las soluciones del polímero, proporcionando una mejoría en la abertura de las bebidas.
- Soluciones de mayor viscosidad proporcionando la función de goma o estabilizadores.
- Capacidad de formar geles sin la ayuda de agentes como las sales de calcio.
- La interacción más fuerte de los polímeros mejora el desempeño de las proteínas de suero lácteo con base a las películas comestibles. La propiedad de barrera de humedad de las películas se ha mejorado.

La unión cruzada de proteínas entre las proteínas del suero lácteo y otras proteínas de alimentos tales como las proteínas del gluten de trigo se pueden inducir con el uso de TGase. Dicha polimerización cruzada de proteínas da como resultado un mejor desempeño de la masa en alimentos cocidos.

### Hidrólisis

En principio, la modificación de proteínas por medio de la hidrólisis es el proceso opuesto a la polimerización. Las proteasas son el grupo más común de enzimas utilizadas para separar las uniones de péptido de una molécula de proteína dando como resultado pequeños péptidos y polipéptidos. Por ejemplo, el grado de hidrólisis, es decir el grado al cual se hidrolizan las proteínas del suero lácteo, afectará las propiedades funcionales de los hidrolisatos como a los ingredientes de los alimentos.

Los cambios de un producto hidrolizado son:

- Baja viscosidad de soluciones, lo que permite incorporar niveles más altos de proteínas en las fórmulas de alimentos (bebidas) sin que se espesen.
- Solubilidad incrementada lo que facilita su uso en bebidas ácidas en las que las proteínas intactas pueden ocasionar precipitación y que el líquido esté turbio.
- Propiedades de emulsión incrementadas. No todas las proteínas hidrolizadas van a tener propiedades de emulsión. Esta propiedad depende del grado de hidrólisis y del tipo de péptido disponible en el hidrolisato. Es adecuado para el uso de fórmulas a partir de aceite tal como la mayonesa.
- Capacidad incrementada de hacer espuma. Las proteínas hidrolizadas pueden proporcionar de 5 a 10 veces el volumen de espuma comparado con las proteínas no hidrolizadas. Son adecuadas para el uso en alimentos con base en espuma tal como los helados, bebidas espumosas y cubiertas de batidos.
- Propensión reducida de cuajar permitiendo su uso como proteína fuente en bebidas procesadas con base en el calor.
- Propiedades estructurales mejoradas. Las proteínas no hidrolizadas envuelven el agua y crean una red con otras proteínas en las fórmulas de altas proteínas tales como en las barras o en las galletas. Esta propiedad puede endurecer la textura y disminuir significativamente la vida en estante de dichos productos.

El péptido en proteínas del suero lácteo hidrolizadas rompe esta red de proteínas y proporcionan una textura suave masticable del producto.

Además de las características funcionales, la hidrólisis de proteínas del suero lácteo produce péptidos que pueden tener actividades biológicas. Algunas funciones biológicas que se han atribuido al péptido de proteínas son:

- Actividad anti-bacterial
- Actividad anti-hipertensiva
- Actividad anti-cáncer
- Actividad similar a opioides (reducción del ritmo cardíaco y respiración)
- Asimilación metabólica incrementada

Es importante resaltar que no todas las proteínas del suero lácteo hidrolizadas se comportan igual en una fórmula de alimento. Por lo tanto, los investigadores de fórmulas no pueden reemplazar fácilmente una proteína de suero lácteo hidrolizada con otra de una fuente más económica de las proteínas hidrolizadas de suero lácteo. Debido a que las propiedades funcionales y biológicas de estos ingredientes varían enormemente, es esencial evaluarlas concientudamente en una fórmula dada y bajo condiciones de proceso específicas.



**GENERALIDADES**

Las siguientes hojas técnicas proporcionan los lineamientos básicos para la composición, aspectos físicos y químicos así como las aplicaciones de los diferentes productos de suero lácteo.

El suero lácteo es un producto natural. Así como existen variaciones en el fluido y en otros productos lácteos de proveedor a proveedor, también existen variaciones en los productos de suero lácteo no estandarizado. Las diferencias de la materia prima así como las diferencias en los sistemas de procesamiento pueden dar como resultado las variaciones en las propiedades funcionales y nutrimentales de los productos de suero lácteo. Los procesos de producción utilizados así como la marca se vuelven más importantes conforme se incrementa el contenido de proteína al igual que las variables de procesamiento se modifican para mejorar ciertas propiedades.

Para los productos finales, la comunicación directa con el proveedor es necesaria para asegurar las especificaciones exactas del producto, de ese modo se reducen las variaciones del producto que no se desean para los concentrados de proteínas del suero lácteo y los aislados de proteínas de suero lácteo. Sin embargo, para los polvos de suero lácteo dulce y ácido, el suero lácteo desmineralizado y el concentrado de proteínas de suero lácteo 34, las variaciones en los productos son menos que una preocupación para la mayoría de los usuarios finales. Las técnicas de procesamiento más comúnmente utilizadas para crear cada uno de los productos se resumen en las figuras 4.1, 4.3, 4.4, 4.5, 4.11 y 4.12 de esta sección.

La mayoría de los proveedores de Estados Unidos proporcionarán las especificaciones técnicas de sus productos.

**4.1 POLVO DE SUERO LÁCTEO DULCE****Definición del producto**

El polvo de suero lácteo dulce se obtiene al secar suero lácteo fresco (derivado de la producción de quesos tales como el Cheddar, Mozzarella y Suizo) que se ha pasteurizado y al que no se le han agregado conservadores. El polvo de suero lácteo dulce contiene todos los elementos del suero lácteo fresco en las mismas proporciones relativas, salvo el agua.

**Almacenamiento**

Almacenar y embarcar en un ambiente fresco y seco a temperaturas menores a los 27°C, a una humedad relativa menor al 65%. Úsese dentro de los siguientes 6-12 meses.

**Composición Típica\***

Proteínas	11.0%-14.5%
Lactosa	63.0%-75.0%
Grasas	1.0%-1.5%
Cenizas	8.2%-8.8%
Humedad	3.5%-5.0%

**Aspectos Físicos y Químicos\*****Analisis microbiológico típico**

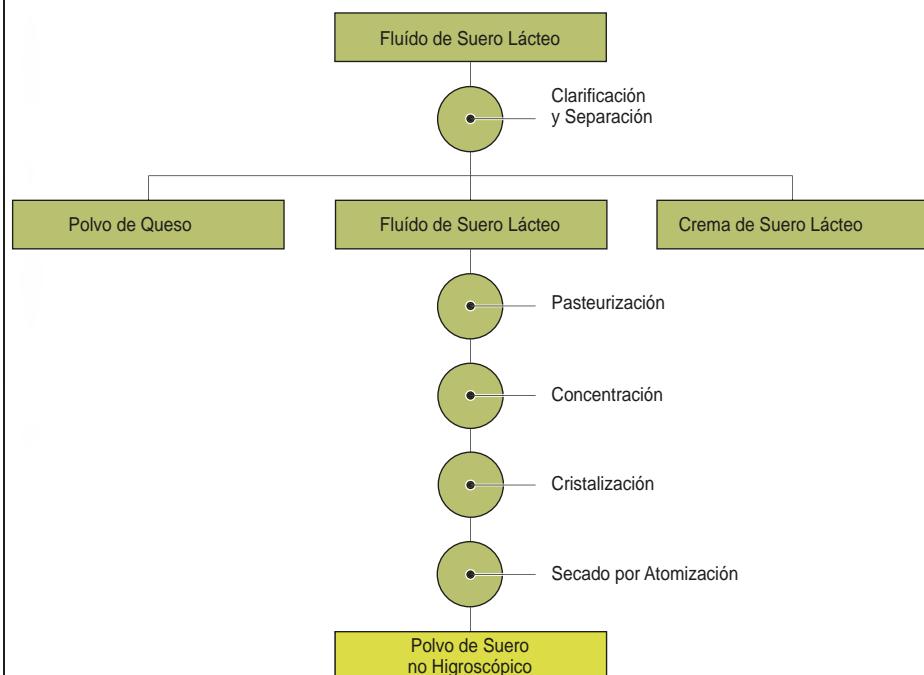
Cuenta estándar en placa	≤30,000/g
Coliformes	≤10/g
E. coli	Negativo/g
Salmonelosis	Negativo/100g
Listeria	Negativo
Estafilococo coaguloso positivo	Negativo

**Otras características**

Contenido de partículas quemadas	7.5-15.0 mg
Acidez Titratable	0.10%-0.15%
Color	de blanco a crema
Sabor	Sabor normal del Suero Lácteo

\*Favor de consultar con su proveedor para especificaciones detalladas del producto.

**Figura 4.1  
Procesamiento del polvo de suero lácteo**



## 4.2 POLVO DE SUERO LÁCTEO ÁCIDO

### Definición del producto

El polvo de suero lácteo ácido se obtiene al secar el suero lácteo fresco (derivado de la producción de quesos como el queso cottage, el queso crema y el ricota) que se ha pasteurizado y al que no se han agregado conservadores. El suero ácido lácteo contiene todos los elementos del suero ácido lácteo original en la misma proporción relativa, salvo el agua.

### Almacenamiento

Almacenar y embarcar en un ambiente fresco y seco a temperaturas menores a los 27°C y a una humedad relativa menor al 65%. Úsese en los próximos 6-12 meses.

### Composición Típica\*

Proteínas	11.0%-13.5%
Lactosa	61.0%-70.0%
Grasas	0.5%-1.5%
Cenizas	9.8%-12.3%
Humedad	3.5%-5.0%

### Aspectos Físicos y Químicos\*

#### Análisis microbiológico típico

Cuenta estándar en placa	<30,000/g
Coliformes	≤10/g
E. coli	Negativo/g
Salmonelosis	Negativo/100g
Listeria	Negativo
Estafilococo coaguloso positivo	Negativo

#### Otras características

Contenido en partículas quemadas	7.5-15.0 mg
Acidez Titrable	0.35%-0.44%
Color	de blanco a crema
Sabor	Normal del suero lácteo ligeramente ácido

\*Favor de consultar con su proveedor las especificaciones detalladas del producto.

## 4.3 LACTOSA REDUCIDA DE SUERO LÁCTEO

### Definición del producto

La lactosa reducida del suero lácteo se obtiene al remover selectivamente o por hidrólisis la lactosa del suero lácteo. El contenido de lactosa del producto seco no puede exceder el 60%. La reducción de la lactosa se logra por medio de técnicas físicas de separación tales como la precipitación, la filtración o por hidrólisis enzimática de la lactosa a glucosa y galactosa. La acidez de la lactosa reducida del suero lácteo se puede adaptar al agregar ingredientes seguros y adecuados.

### Almacenamiento

Almacenar y embarcar en un ambiente fresco y seco a temperaturas menores a los 27°C a una humedad relativa a menos del 65%. Úsese en los próximos 6-9 meses.

### Composición Típica\*

Proteínas	18.0%-24.0%
Lactosa	52.0%-58.0%
Grasas	1.0%-4.0%
Cenizas	11.0%-22.0%
Humedad	3.0%-4.0%

### Aspectos Físicos y Químicos\*

#### Análisis microbiológico típico

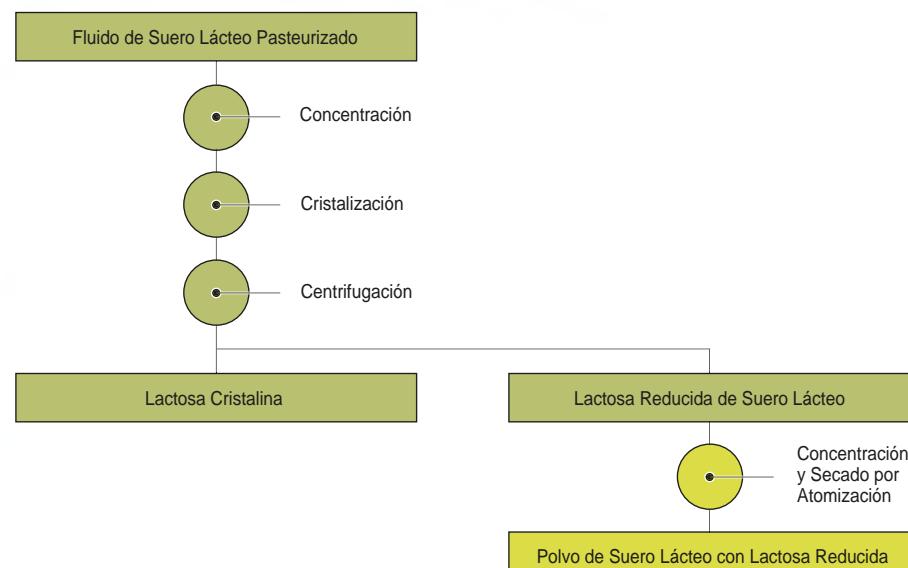
Cuenta estándar en placa	<30,000/g
Coliformes	≤10/g
E. coli	Negativo/g
Salmonelosis	Negativo/100g
Listeria	Negativo
Estafilococo coaguloso positivo	Negativo

#### Otras características

Contenido en partículas quemadas	7.5-15.0 mg
Color	de crema a crema oscura

Sabor	Normal del Suero Lácteo
-------	-------------------------

**Figura 4.3**  
Procesamiento de lactosa reducida del suero lácteo



#### 4.4 SUERO LÁCTEO DESMINERALIZADO

##### Definición del producto

El suero lácteo desmineralizado también llamado suero lácteo con reducción de minerales se obtiene al remover una porción de los minerales de la pasteurización del suero lácteo. Los niveles típicos de desmineralización son del 25%, 50% y 90%. El producto seco no debe exceder el 7% de cenizas. El suero lácteo desmineralizado se produce por técnicas de separación tales como el intercambio de iones, la diafiltración o por electro dialisis. La acidez del suero lácteo desmineralizado se puede ajustar al agregar ingredientes seguros y adecuados.

##### Almacenamiento

Almacenar y embarcar en un ambiente fresco y seco a temperaturas menores a los 27°C y a una humedad relativa menor al 65%. Úsese en los próximos 9-12 meses.

##### Composición Típica\*

Proteínas	11.0%-15.0%
Lactosa	70.0%-80.0%
Grasa	0.5%-1.8%
Ceniza	1.0%-7.0%
Humedad	3.0%-4.0%

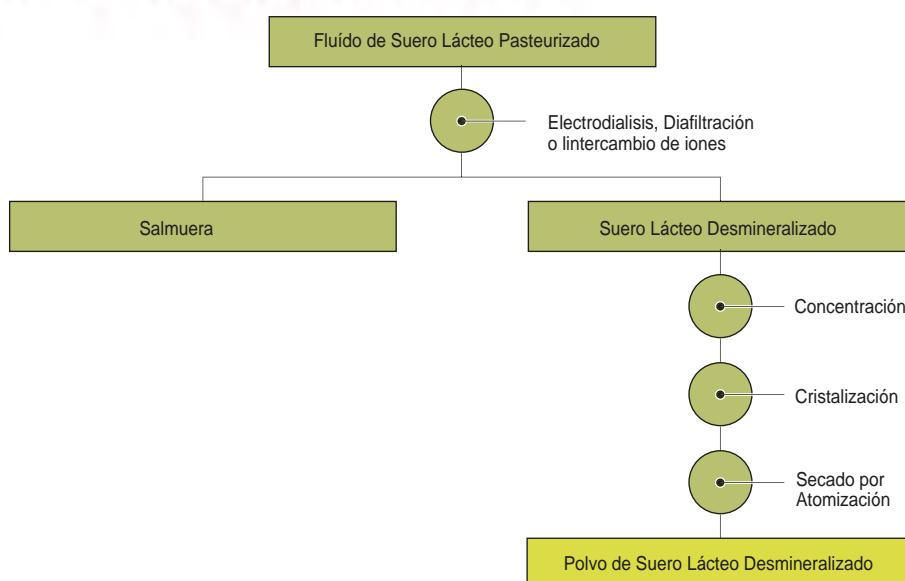
##### Aspectos Físicos y Químicos\*

Análisis microbiológico típico	
Cuenta estándar en placa	≤30,000/g
Coliformes	≤10/g
E. coli	Negativo/g
Salmonelosis	Negativo/100g
Listeria	Negativo
Estafilococo coaguloso positivo	Negativo
Otras características	
Contenido de partículas quemadas	7.5-15.0 mg
pH	6.2-7.0
Color	de crema a crema oscuro
Sabor	del Suero Lácteo menos salado

\* Favor de consultar con su proveedor para especificaciones detalladas del producto.



**Figura 4.4**  
**Procesamiento de suero lácteo desmineralizado**



## 4.5 CONCENTRADO DE PROTEÍNAS DEL SUERO LÁCTEO AL 34% (WPC34)

### Definición del producto

El concentrado de proteínas del suero lácteo se obtiene al remover suficientes componentes no proteicos cuando se pasteriza el suero lácteo de tal forma que el producto final contiene menos del 34% de proteínas. El WPC34 se produce a través de procesos de separación de membrana. La acidez se puede ajustar al agregar ingredientes seguros y adecuados.

### Almacenamiento

Almacenar y embarcar en un ambiente fresco y seco a temperaturas menores a los 27° C, a una humedad relativa menor al 65%. Úsese en los próximos 9-12 meses.

### Composición Típica\*

Proteínas	34.0%-36.0%
Lactosa	48.0%-52.0%
Grasas	3.0%-4.5%
Cenizas	6.5%-8.0%
Humedad	3.0%-4.5%

### Aspectos Físicos y Químicos\*

#### Análisis microbiológico típico

Cuenta estándar en placa	≤30,000/g
Coliformes	≤10/g
E. coli	Negativo/g
Salmonelosis	Negativo/100g
Listeria	Negativo
Estafilococo coaguloso positivo	Negativo

#### Otras características

Contenido de partículas quemadas	7.5-15.0 mg
pH	6.0-6.7
Color	de blanco a crema claro
Sabor	desabrido, limpio

\*Favor de consultar con su proveedor para especificaciones detalladas del producto.

*Estabilidad del calor de los concentrados de proteínas del suero lácteo.*

Por el Dr. A. HUGUNIN  
Asesor,  
Pleasanton, CA

La estabilidad del calor de los concentrados de proteína del suero lácteo en los sistemas alimenticios se ve influenciado por una variedad de factores tales como el pH, la duración e intensidad del tratamiento de calor, la cantidad de calcio y la presencia de otros ingredientes.

Especificamente, los siguientes factores influyen en la estabilidad del calor:

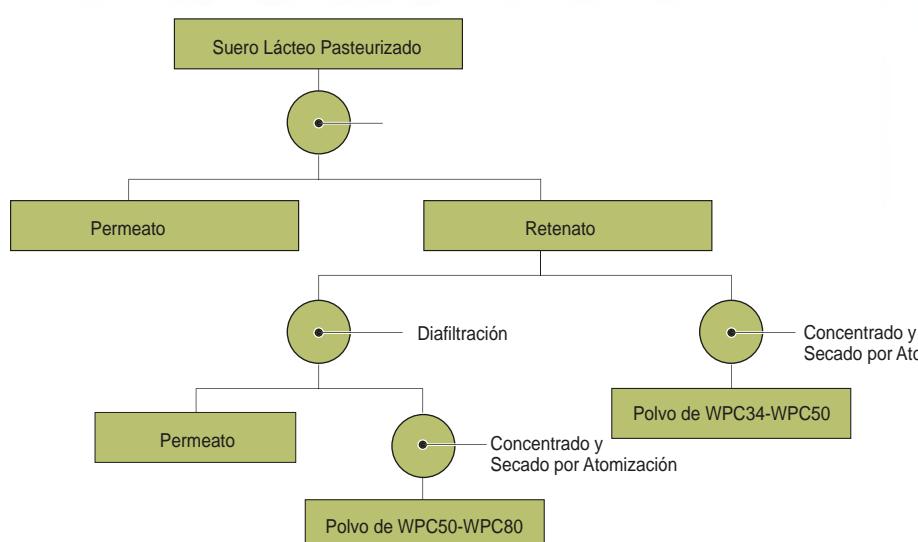
- Temperatura >75° C
- Acidez, pH 3.5-6.0
- Concentración de proteína >5%
- Calcio y magnesio
- Lactosa, concentración de azúcar y grasas

En las bebidas tratadas UHT las proteínas del suero lácteo se pueden desnaturizar y flocular si el proceso no se controla y no se adapta la fórmula tal como se requiere. Los productores pueden modificar el proceso de producción para incrementar la estabilidad de calor de las proteínas del suero lácteo.

Una prueba típica de estabilidad de calor para los concentrados de proteínas del suero lácteo resistentes al calor incluye la preparación de una solución de 100ml de un 8% de solución de WPC, calentada a 70°C, enfriándola a temperatura ambiente, en auto clave a 125°C durante 10 minutos, enfriándola a temperatura ambiente, filtrando la solución y midiendo los sólidos en el filtro. El ingrediente se considera estable al calor si más del 95% de los sólidos pasa a través del filtro (medido en % de sólidos en el filtro / sólidos originales).

Método de prueba cortesía de:  
Glanbia Nutritionals USA.

**Figura 4.5**  
**Procesamiento del concentrado de proteínas del suero lácteo**



#### **4.6 CONCENTRADO DE PROTEÍNAS DEL SUERO LÁCTEO AL 50% (WPC50)**

##### **Definición del Producto**

El concentrado de proteínas del suero lácteo se obtiene al remover suficientes elementos no proteicos del suero lácteo pasteurizado de tal forma que el producto seco final contenga menos del 50% de proteínas. El WPC50 se produce a través de procesos de separación de membrana. La acidez puede ajustarse al agregar ingredientes seguros y adecuados.

##### **Almacenamiento**

Almacenar y embarcar en un ambiente seco y fresco a temperaturas menores a los 27°C y a una humedad relativa menor al 65%. Úsese en los próximos 9-12 meses.

##### **Composición Típica\***

Proteínas	50.0%-52.0%
Lactosa	33.0%-37.0%
Grasas	5.0%-6.0%
Cenizas	4.5%-5.5%
Humedad	3.5%-4.5%

##### **Aspectos Físicos y Químicos\***

<b>Análisis microbiológico típico</b>	
Cuenta estándar en placa	≤30,000/g
Coliformes	≤10/g
E. coli	Negativo/g
Salmonelosis	Negativo/100g
Listeria	Negativo
Estafilococo coagulo positivo	Negativo
<b>Otras características</b>	
Contenido en partículas en partículas quemadas	7.5-15.0mg
pH	6.0-6.7
Color	de blanco a crema claro
Sabor	Desabrido, limpio

\*Favor de consultar con su proveedor para especificaciones detalladas del producto.

#### **4.7 CONCENTRADO DE PROTEÍNAS DEL SUERO LÁCTEO AL 60% (WPC60)**

##### **Definición del producto**

El concentrado de proteínas del suero lácteo se obtiene al remover suficientes elementos no proteicos de la pasteurización del suero lácteo de tal forma que el producto final contiene menos del 60% de proteínas. El WPC60 se produce a través de procesos de separación de membrana. La acidez puede ajustarse al agregar ingredientes seguros y adecuados.

##### **Almacenamiento**

Almacenar y embarcar en un ambiente seco y fresco a temperaturas menores a los 27°C y a una humedad relativa menor al 65%. Úsese en los próximos 9-12 meses.

##### **Composición Típica\***

Proteínas	60.0%-62.0%
Lactosa	25.0%-30.0%
Grasas	1.0%-7.0%
Cenizas	4.0%-6.0%
Humedad	3.0%-5.0%

##### **Aspectos Físicos y Químicos\***

<b>Análisis microbiológico típico</b>	
Cuenta estándar en placa	≤30,000/g
Coliformes	≤10/g
E. coli	Negativo/g
Salmonelosis	Negativo/100g
Listeria	Negativo
Estafilococo coaguloso positivo	Negativo
<b>Otras características</b>	
Contenido de partículas quemadas	7.5-15.0mg
pH	6.0-6.7
Color	de blanco a crema claro
sabor	Desabrido, limpio

#### **4.8 CONCENTRADO DE PROTEÍNAS DEL SUERO LÁCTEO AL 75% (WPC75)**

##### **Definición del producto**

El concentrado de proteínas del suero lácteo se obtiene al remover suficientes elementos no proteicos de la pasteurización del suero lácteo de tal forma que el producto final contiene menos del 75% de proteínas. El WPC75 se produce a través de procesos de separación de membrana. La acidez puede ajustarse al agregar ingredientes seguros y adecuados.

##### **Almacenamiento**

Almacenar y embarcar en un ambiente seco y fresco a temperaturas menores a los 27°C y a una humedad relativa menor al 65%. Úsese en los próximos 9-12 meses.

##### **Composición Típica\***

Proteínas	75.0%-78.0%
Lactosa	10.0%-15.0%
Grasa	4.0%-9.0%
Cenizas	4.0%-6.0%
Humedad	3.0%-5.0%

##### **Aspectos Físicos y Químicos\***

<b>Análisis microbiológico típico</b>	
Cuenta estándar en placa	≤30,000/g
Coliformes	≤10/g
E. coli	Negativo/g
Salmonelosis	Negativo/100g
Listeria	Negativo
Estafilococo Coaguloso positivo	Negativo
<b>Otras características</b>	
Contenido de partículas quemadas	7.5-15.0mg
pH	6.0-6.7
Color	de blanco a crema claro
sabor	Desabrido, limpio

## 4.9 CONCENTRADO DE PROTEÍNAS DEL SUERO LÁCTEO AL 80% (WPC80)

### Definición del Producto

El concentrado de proteínas del suero lácteo se obtiene al remover suficientes elementos no proteicos de la pasteurización del suero lácteo de tal forma que el producto final contiene menos del 80% de proteínas. El WPC80 se produce a través de procesos de separación de membrana. La acidez puede ajustarse al agregar ingredientes seguros y adecuados.

### Almacenamiento

Almacenar y embarcar en un ambiente seco y fresco a temperaturas menores a los 27°C y a una humedad relativa menor al 65%. Úsese en los próximos 9-12 meses.

### Composición Típica\*

Proteínas	80.0%-82.0%
Lactosa	4.0%-8.0%
Grasa	4.0%-8.0 %
Cenizas	3.0%-4.0%
Humedad	3.5%-4.5%

### Aspectos Físicos y Químicos\*

Análisis microbiológico típico	
Cuenta estándar en placa	≤30,000/g
Coliformes	≤10/g
E. coli	Negativo/g
Salmonelosis	Negativo/100g
Listeria	Negativo
Estafilococo Coaguloso Positivo	Negativo
Otras Características	
Contenido de Partículas	7.5-15.0mg
Quemadas	
pH	6.0-6.7
Color	de blanco a crema duro
Sabor	Desabrido, Limpio

\*Favor de consultar con su proveedor para especificaciones detalladas del producto.

## 4.10 AISLADO DE PROTEÍNA DE SUERO LÁCTEO (WPI)

### Definición del Producto

El aislado de proteínas del suero lácteo se obtiene al remover suficientes elementos no proteicos del suero lácteo de tal forma que el producto seco final contiene menos del 90% de proteínas. El WPI se produce a través de procesos de separación de membrana o por intercambio de iones.

### Almacenamiento

Almacenar y embarcar en un ambiente fresco y seco a temperaturas menores a los 27°C y a una humedad relativa menor al 65%. Úsese en los próximos 9-12 meses.

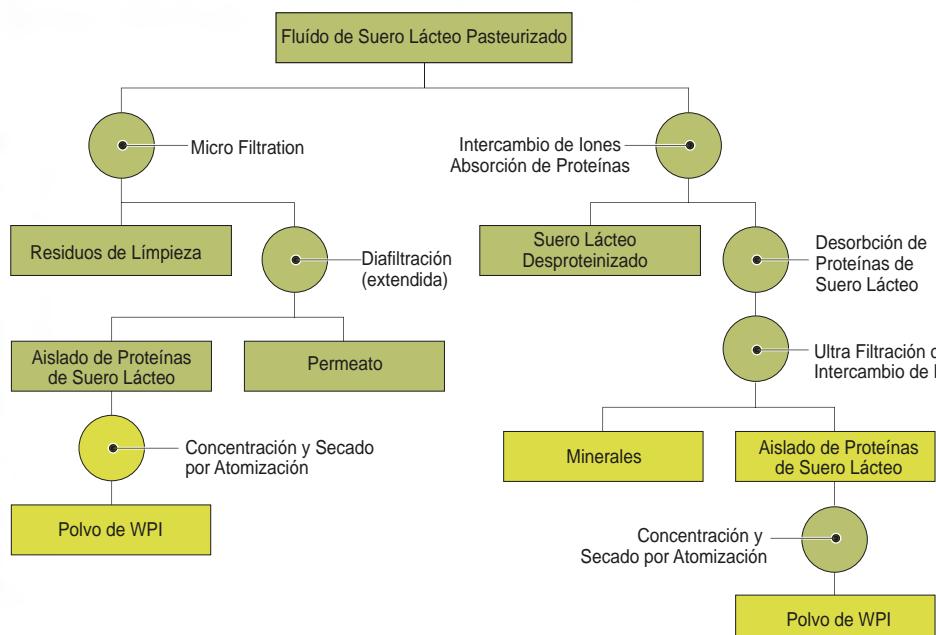
### Composición Típica\*

Proteínas	90.0%-92.0%
Lactosa	0.5%-1.0%
Grasas	0.5%-1.0%
Cenizas	2.0%-3.0%
Humedad	4.5%

### Aspectos Físicos y Químicos\*

Análisis microbiológico típico	
Cuenta estándar en placa	≤10-30,000/g
Coliformes	≤10/g
E. coli	Negativo/g
Salmonelosis	Negativo/100g
Listeria	Negativo
Estafilococo coaguloso positivo	Negativo
Otras características	
Contenido de partículas	7.5-15.0mg
Quemadas	
Color	Crema
Sabor	Desabrido, Limpio

**Figura 4.10**  
Procesamiento del aislado de proteínas del suero lácteo



## 4.11 LACTOFERRINA

### Definición del producto

El lacto hierro (o lactoferrina) es una glicoproteína kilodalton que contiene una sola cadena de péptido ligada a dos glicanos por medio de uniones glicosídicas-N. La concentración promedio en la leche de vaca es de 10mg/l pero el lacto hierro se encuentra en mayores concentraciones en los productos de proteínas del suero lácteo: 30-100mg/l del suero lácteo dulce. Actualmente el lacto hierro se produce comercialmente utilizando intercambio de cationes del flujo cruzado de membranas. También se puede aislar por medio de la cromatografía y otros métodos. El lacto hierro no es solamente una fuente de aminoácidos sino también un factor regulador con amplios roles biológicos que están bien documentados.

### Composición Típica\*

Contenido de Proteínas	>90%
Pureza del Lactoferrina	>90%
Humedad	<5%
Cenizas	<1.5%
<b>Saturación de hierro</b>	
Baja	<10mg/100g de proteína
Mediana	35mg/100g de proteína
Alta	>100mg/100g de proteína

### Características Físicas y Químicas\*

Forma	Polvo
pH	6-7
Solubilidad	>99%
Capacidad del hierro de doblarse	>85%
Cuenta estándar en placa	<1000cfu/g
Coliformes	<10cfu/g
Salmonelosis	0cfu/g

\*Favor de consultar con su proveedor para especificaciones detalladas del producto.

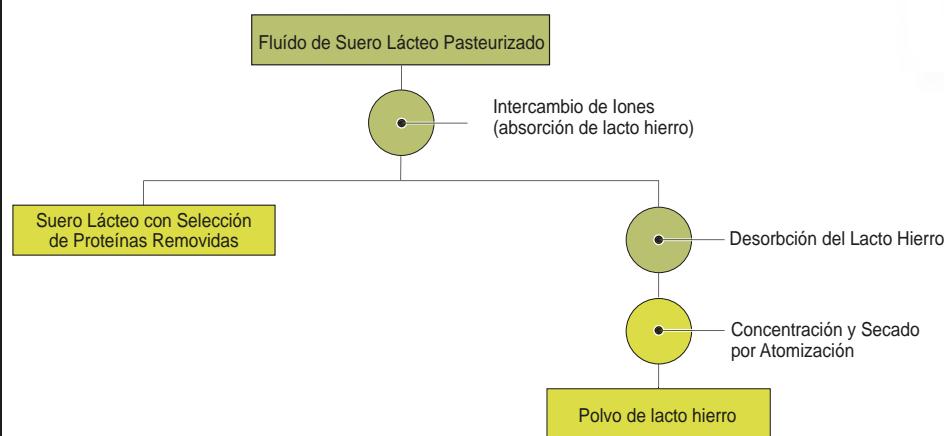
### Funciones y beneficios de la lactoferrina

Propiedades antibacterianas de la lactoferrina  
A las propiedades de buscar el hierro de la lactoferrina se le han atribuido las actividades bactericidas y bacteriostáticas. La lactoferrina envuelve hierro fuertemente y hace que este elemento esencial no esté disponible para la bacteria. Sin embargo, evidencias de diferentes estudios indican que el mecanismo antimicrobrial de la lactoferrina es más complejo que la simple privación nutricional. Otros efectos inhibidores de la bacteria se han adscrito a la envoltura de la lactoferrina a los receptores de enterocitos de la lactoferrina. También se ha encontrado que la lactoferrina proveniente de la leche bovina era más potente que la lactoferrina humana contra la bacteria Gram-negativa y Gram-positiva en concentraciones entre 0.3 mM y 3.0 mM. En otro estudio realizado en animales, parece ser que la lactoferrina protege contra ataques sépticos, por lo general una complicación mortal de las infecciones del torrente sanguíneo. Entre aquellos vulnerables a ataques sépticos se encuentran los adultos mayores, pacientes de cirugía y personas con SIDA u otras condiciones que debilitan el sistema inmunológico. También se han reportado los efectos antivirales la lactoferrina contra ciertos tipos de virus humanos.

### Inhibición de los radicales libres

Otra función biológica adscrita a la lactoferrina es la protección contra el daño de oxidación al buscar un exceso de hierro que cataliza la formación no deseada de radicales libres. El exceso en la formación de radicales libres tales como los superóxidos o radicales de hidroxilo son las causas principales del daño en la piel caracterizado por la apariencia de arrugas y otro tipo de síntomas de la edad.

**Figura 4.11**  
**Procesamiento del lactohierro**



### Transporte de hierro

Aunque se ha dado gran atención a muchas de las funciones de la lactoferrina, su contribución primaria nutrimental se presume está relacionada con las características del hierro de doblarse. Ciertos estudios han demostrado que la lactoferrina saturada es una forma efectiva de transporte para el hierro en la diera. El lactoferrina se utiliza en fórmulas infantiles para mejorar el balance de hierro. La lactoferrina saturada es una buena fuente de suplemento de hierro biodisponible que se puede utilizar en suplementos alimenticios, bebidas para deportistas y alimentos formulados específicamente para mujeres. Una ventaja adicional es que la lactoferrina no induce la constipación como lo hacen ciertos suplementos inorgánicos de hierro. En Japón, las nuevas patentes se han enfocado en utilizar lactoferrina saturada para enriquecer sus alimentos tales como las grasas y los aceites.

### Productos lácteos y de leche en la prevención de cáncer enfocados en la lactoferrina

La leche y los productos lácteos constituyen una parte importante de la dieta occidental. Un gran número de estudios epidemiológicos se ha llevado a cabo para determinar los efectos de consumo en el desarrollo del cáncer. Se ha propuesto que mientras las grasas en general pueden propiciar el desarrollo de un tumor, las grasas individuales de la leche como el ácido linoleico pueden tener efectos de inhibición. Existe evidencia considerable de que el calcio en los productos de leche protege contra cáncer de colon. Según reportes de investigaciones recientes, las proteínas del suero lácteo pueden ser benéficas tal como lo demuestran los estudios realizados en humanos y animales. Datos experimentales han demostrado que la lactoferrina bovina inhibe la carcinogénesis del colon en etapas posteriores al inicio de estudios en animales. Los resultados de otros modelos animales han proporcionado indicaciones de que la lactoferrina puede tener aplicaciones como un ingrediente natural de la leche con potencial para la quimioprevención del colon y otros cánceres.

Tsuda, U. Et.al Milk and dairy products in cancer prevention: focus on bovine lactoferrin. Mutual. Res. 2000 (14) 462:227-33

### Promoción del crecimiento celular

#### Estimulación de la inmunidad

La lactoferrina ha demostrado tener efectos benéficos en el crecimiento celular a nivel del intestino. La ingestión de lactoferrina puede conducir a una rápida recuperación de las funciones normales digestivas.

Recientemente, algunos estudios indican que la lactoferrina puede estimular una variedad de células de las defensas del sistema inmunológico. La lactoferrina puede presentar beneficios como un suplemento para los adultos mayores o individuos que tengan comprometido el sistema inmunológico.

#### Antioxidante

La lactoferrina tiene la capacidad de envolver y transportar hierro libre y otro tipo de iones de metales divalentes que catalizan la formación de radicales superóxidos. Esta capacidad hace al lactohierro un inhibidor potencial de procesos de oxidación que se catalizan con iones de metales. En este respecto, la lactoferrina tiene propiedades antioxidantes. Una patente japonesa describe un producto alimenticio funcional con hierro en la forma de lactoferrina. La lactoferrina actúa tanto como una fuente de hierro y como un antioxidante para el aceite y las grasas del alimento.

#### Estimulación de la bifido bacteria

Se ha dicho que la lactoferrina estimula el crecimiento de la bifidobacteria. Algunos estudios recientes confirman la importancia de la lactoferrina como un promotor potente del crecimiento de la bifidobacteria. Por esta razón, y por las ya mencionadas anteriormente, el lactohierro tiene un ingrediente que ayuda a mejorar la salud, éste se encuentra en los alimentos lácteos y otros formulados con cultivos prebióticos. Los estudios en niños muestran que el suplemento con lactoferrina (100mg/100ml de fórmula) resultan en un incremento en las concentraciones de las especies de bifidobacteria después de tres meses de alimentación.

### Aplicaciones actuales de la lactoferrina

La gran demanda de antibióticos naturales y de componentes alimenticios para fórmulas infantiles así como otros alimentos especializados ha estimulado el interés en el aislamiento y uso efectivo de la lactoferrina. La lactoferrina está disponible comercialmente con diferentes niveles de saturación de hierro, que puede ir de <10mg/10g a más de 100mg/100g de proteína (véase tabla de especificación.) Los productos con un alto nivel de hierro pueden proporcionar suplementos de hierro, mientras que la lactoferrina con saturación baja se utiliza para sus propiedades bactericidas y bacteriostáticas.

Hoy en día, el principal uso de la lactoferrina es en las fórmulas para bebés. La adición de lactoferrina enriquece las fórmulas, lo cual las hace lo más similares a la leche humana la cual contiene naturalmente 20 veces más lactoferrina. La lactoferrina saturada también se utiliza para enriquecer la absorción de hierro.

Recientemente se han desarrollado los usos no relacionados con el alimento. Por ejemplo, la actividad antibacterial de la lactoferrina se utiliza en pastas de dientes y en enjuagues bucales. Es decir, un enjuague bucal antibacterial contiene una combinación de lactoferrina, lactoperoxidasa y lisosoma.



## 4.12 LACTOPEROXIDASA

### Definición del Producto

La lactoperoxidasa es una glicoproteína con un peso molecular de 77.5 kilodaltones. Es una enzima y un agente natural antimicrobrial presente en el suero lácteo dulce a una concentración de alrededor de 1-30 mg/l. La lactoperoxidasa es parte de un grupo de enzimas que tienen efectos antibacteriales. El suero lácteo basado en la lactoperoxidasa es relativamente resistente al calor.

### Estabilidad y Almacenamiento

La latoperoxidasa debe almacenarse a 2-8°C. Es estable por más de 6 meses.

### Composición Típica\*

Proteínas	92%
Humedad	5%
Cenizas	3%

### Características Físicas y Otras\*

Forma	Polvo verde/café
pH	6-7
Solubilidad (a <2% en agua)	>99.9%
Cuenta estándar en placa	<1000 cfu/g
Coliformes	<1/g
Estafilococos áureos	Neg. in 1g
Salmonelosis	Neg. in 5g
Levadura y moho	<10/g

### Funció n y beneficios de la lactoperoxidasa

Efectos de conservación, antibacteriales

La lactoperoxidasa inactiva o mata un gran espectro de microorganismos a través de una reacción enzimática. La reacción involucra dos cofactores, peróxido de hidrógeno e iones de tiocianato que junto con la lactoperoxidasa constituyen el sistema de la lactoperoxidasa. La lactoperoxidasa puede inhibir ciertas bacterias Gram-negativas (incluyendo E. Coli y algunas cadenas de salmonelosis) y es bacteriostática contra la bacteria Gram-positiva. La efectividad del sistema lactoperoxidasa depende de las condiciones ambientales tales como el pH, la temperatura y la densidad de la célula. En la presencia del peróxido de hidrógeno y el tiocianato, la enzima tiene un efecto antibacterial contra la bacteria Gram-negativa.

El sistema lactoperoxidasa es una parte importante de la actividad antibacterial en la leche. La incidencia natural de la lactoperoxidasa se puede utilizar para la conservación de la leche. Recientemente, se ha añadido lactoperoxidasa al yogur para prevenir producción adicional de ácido durante el almacenamiento.

### Aplicaciones actuales para la lactoperoxidasa

#### Productos Nutritivos

La protección de la flora intestinal, sustituto de leche o aditivo de electrolitos para reemplazar el uso de antibióticos en la prevención de algunas infecciones neonatales.

#### Productos de cuidado personal

Productos de cuidado bucal y de la piel para la prevención de caries e infecciones de gingivitis y para prevenir infecciones de la piel.

Con base en evidencia clínica, cepillarse los dientes con una pasta complementada con lactoperoxidasa reduce las caries dentales. La lactoperoxidasa también se utiliza en cosméticos y artículos de cuidado personal como enjuagues bucales, shampoo y preparaciones contra el acné.

#### Productos Lácteos

Sistemas de conservación

## 4.13 GLICO MACRO PÉPTIDO (GMP)

### Definición del Producto

El glicomacropéptido se aísla del suero lácteo del queso fresco utilizando solamente el intercambio de iones y tecnología de membrana. El polvo tiene una coloración ligera, es homogéneo y de flujo libre. El sabor del producto es desabrido y limpio.

La porción de glicosílato de caseinomacropéptido (CMP) se forma partiendo renina caseína-k del miselo de caseína. La renina se utiliza solamente con quesos que producen suero lácteo dulce por lo tanto, el GMP no estará presente en el suero ácido lácteo. La renina es una proteasa secretada en el estómago del neonato, lo que sugiere que el glicomacropéptido normalmente acompaña a las proteínas del suero lácteo y no a las caseínas a través del tracto intestinal. El glicomacropéptido puede suprimir el apetito a través de la estimulación-liberación de la hormona pancreática colecitokinnina (CCK), alterar el pigmento de producción en los melanocitos, actuar como prebiótico y tiene acciones inmuno-modulatorias. La actividad fisiológica del GMP depende de su glicosilación.

### Almacenamiento

Almacenar a temperaturas por debajo de los 25°C, a una humedad relativa por debajo del 65% y en un ambiente libre de olores.

### Composición Típica\*

Pureza	97% ± 1%
Lactosa	<1.0%
Grasas	0.6% ± 0.2%
Cenizas	6.3% ± 0.2%
Humedad	6.0% ± 0.2%

### Aspectos Físicos y Químicos\*

#### Análisis Microbiológico Típico

Cuenta estándar en placa	<2,500/g
Coliformes	<10/g
E. coli	Negativo
Salmonelosis	Negativo
Listeria	Negativo
Estafilococos coaguloso positivo	Negativo

#### Otras Características

Color	Ligeramente coloreado
Sabor	Desabrido, Limpio

\*Favor de contactar a su proveedor para especificaciones detalladas del producto.

## 4.14 PRODUCTOS LÁCTEOS SÓLIDOS (PERMEATO)

### Definición del Producto

Este término se utiliza para asignar a la "familia" de los productos que tienen especificaciones en común: 59% mínimo de lactosa, 10% máximo de proteína y 27% máximo de ceniza. Ejemplos de productos que cubren estas especificaciones son los permeatos y el suero lácteo desproteínizado así como otros productos que por lo general se etiquetan bajo un nombre comercial.

Los productores en Estados Unidos pueden utilizar el término "productos lácteos sólidos", "suero lácteo desprotienizado", "suero lácteo modificado" y "suero lácteo reducido en proteínas" en la etiqueta del producto.

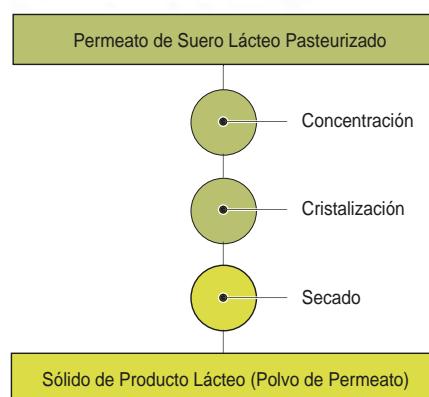
### Permeato

Para los propósitos de este manual el suero lácteo, permeato, se define como una fuente de sólidos lácteos que se obtiene al remover la proteína y algunos minerales y lactosa del suero lácteo. La separación se logra por medio de la ultrafiltración o la diafiltración. El producto se etiqueta adecuadamente para reflejar el contenido de proteína, ceniza y lactosa. La acidez del permeato se puede ajustar al agregar ingredientes seguros y adecuados. El permeato representa una fuente económica de sólidos lácteos para las aplicaciones alimenticias y de alimentos.

Los principales productos son:

- Permeato con grado nutrimental
- Permeato con grado de alimento

**Figura 4.14**  
Procesamiento del Permeato



### Permeato de Grado Alimenticio Composición Típica\*

Proteína	3.5–4%
Lactosa	82.0%
Grasas	0.2%
Cenizas	8.5%
Humedad	4–5%
Calcio	800 mg/100g
Fósforo	600 mg/100g
Sodio	1000 mg/100g
Magnesio	180 mg/100g

### Permeato Grado de Alimento Composición Típica\*

Proteínas	3.0–8.0%
Lactosa	65.0–85.0%
Grasas	1.5% (máximo)
Cenizas	8.0–20.0%
Humedad	3.0–5.0%
Calcio	870 mg/100g
Fósforo	720 mg/100g
Sodio	570 mg/100g
Magnesio	130 mg/100g

### Aspectos Físicos y Químicos\*

#### Análisis Microbiológico Típico

Cuenta estándar en placa	<30,000/g
Cuenta coliforme	<10/g
Listeria	Negativo
Salmonelosis	Negativo
Estafilococo coaguloso positivo	Negativo

#### Otras Características

Contenido de partículas quemadas	7.5–15.0 mg
pH	5.7–6.5
Color	Blanco a crema
Sabor	Salado, ligeramente dulce
Apariencia	Polvo libre de flujo

\*Favor de consultar con el proveedor para especificaciones detalladas del producto.

### Aplicaciones alimenticias

Los productos de suero lácteo, incluyendo el permeato con alto contenido de carbohidratos, se consumen por una gran variedad de especies animales. El mayor uso en la industria alimenticia es con el cerdo. Los lácticos, la ternera, perros y gatos, el pollo y otros animales se benefician nutricionalmente de los productos de suero lácteo.

### Aplicaciones en alimentos

- Funciona como un reemplazo directo de otros productos lácteos sólidos en muchas aplicaciones.
- Se disuelve fácil y envuelve uniformemente.
- Las funciones como fuente de lactosa y proteínas en la industria panificadora y derivados:
  - Da la apariencia café de la corteza en productos de pastelería y derivados.
  - Mejora la apariencia, color, sabor y textura del producto final.
  - Reduce los niveles de endulzante tal como el de la sucrosa del jarabe de maíz para untar.
  - Extiende la manteca para enriquecerla con un mínimo de grasas en la corteza de los pies.

### Otros usos y beneficios

#### Permeato como medio para levadura

Los permeatos se pueden utilizar como un medio para crear algunos tipos de levadura. En este proceso, se puede obtener un producto permeato de levadura al 65% de proteína para alimentar al cerdo y otros animales.

#### Permeato como medio para otras fermentaciones

Los permeatos se pueden utilizar como un medio para producir:

- Ácido láctico, ácido acético, acetato de calcio y magnesio, ácido cítrico y propionato
- Etanol
- Metano
- Proteínas de una sola célula
- Glicerol
- Lípidos y aceites

### Aplicaciones típicas

Para alimento, en la industria panificadora, para la fermentación y otros productos alimenticios y no alimenticios como:

- Es una fuente costo-beneficio de lactosa y otros sólidos lácteos en sustitutos de leche de cabra y programas de alimento con cerdo.
- Es una fuente de lactosa y otros lácteos sólidos en la industria panificadora y productos de confitería.
- Es un ingrediente de los productos que contienen levadura.
- Es la materia prima para una media fermentación al producir bacteriosín.
- Es una fuente de permeatos hidrolizados.

## 4.15 SUERO LÁCTEO CON CONCENTRADO DE MINERAL (SUERO LÁCTEO CON LACTOSA REDUCIDA)

### Definición del producto

El suero lácteo con concentrado de mineral se produce por la remoción parcial de la lactosa del suero lácteo. El mineral concentrado del suero lácteo se seca por atomización para convertirlo en un ingrediente altamente funcional. Los productos que se definen como suero lácteo con concentrados de mineral son:

- Suero lácteo con lactosa reducida
- Suero lácteo fraccionado

El suero lácteo con lactosa reducida lo define el código estadounidense de normas federales (21 CFR 184.1979 (a) (2) 1991) como la sustancia que se obtiene al remover la lactosa del suero lácteo. El contenido de lactosa del producto final en polvo no debe exceder el 60% y su separación se logra por medio de las técnicas físicas de separación tales como la cristalización, la filtración o diálisis. Tal como con el suero lácteo, la lactosa reducida del suero lácteo se puede utilizar como fluido, concentrado o en forma de producto seco. La acidez de la lactosa reducida del suero lácteo se puede ajustar al agregar ingredientes seguros y adecuados adaptando su pH.

El suero lácteo con concentrado de mineral también sirve para mejorar la textura, el sabor, la solubilidad y perfil nutritivo de las fórmulas alimenticias. Los alimentos que contienen suero lácteo con concentrado de mineral tendrán una mayor densidad nutritiva que cualquier otro producto comparable.

Las funciones y beneficios son:

- Buena solubilidad, estabilidad térmica y es barato
- Bajo contenido de lactosa que permite reducir problemas de textura causados por la cristalización de la lactosa
- Alto contenido de proteína y mineral que ayuda a dar el sabor y textura suave deseados en los productos de alimentos. Las proteínas contribuyen a la estructura, textura e integridad del producto final al otorgarle características de dispersión y suspensión de un sistema coloidal con el beneficio adicional de la distribución pareja de un contenido de calcio durante el proceso.
- Proporciona un sabor a leche, ayuda a emulsificar las grasas agregadas, proporciona una buena solubilidad y estabilidad térmica en salsas y gravies.
- Es una fuente rica en calcio, magnesio y fósforo lo que fortalece el valor nutricional y perfil de sabor en productos de carne y salsas.

### Aplicaciones Típicas

Para productos lácteos, carnes, confitería, panadería, botanas, aderezos, sopas, salsas y gravies, mezclas secas, seguimiento de fórmulas, postres fríos y bebidas ligeras nutrimentales como:

- Una fuente costo-eficiencia de productos lácteos sólidos con un alto contenido de mineral.
- Una alternativa a otras fuentes de calcio o polvos de leche, cuando se desean concentraciones bajas de lactosa y se requiera concentraciones altas de mineral.
- Un ingrediente nutritivo en bebidas instantáneas, bebidas nutritivas, productos lácteos, sopas en polvo, postres y productos horneados.

### Suero lácteo de lactosa reducida

#### Composición Típica\*

Proteína	18.0–24.0%
Lactosa	50.0–60.0%
Grasas	2.5% (máximo)
Cenizas	14.0–22.0%
Humedad	3.0–5.0%
Calcio	940mg/100g
Magnesio	220mg/100g
Fósforo	1,150mg/100g
Potasio	4,400mg/100g
Sodio	1,840mg/100g

#### Aspectos Físicos y Químicos\*

##### Análisis Microbiológico Típico

Cuenta estándar en placa	10,000/g
Cuenta coliforme	10/g
E. coli	Negativo
Listeria	Negativo
Salmonelosis	Negativo
Estafilococo coaguloso positivo	Negativo
Otras Características	
Contenido de partículas quemadas	15.0mg/25g (máximo)
Apariencia	Polvo libre de flujo
Color	Crema clara
Sabor	Limpio, ligeramente saborizado, sabor del suero lácteo

\*Favor de consultar con el proveedor para especificaciones detalladas del producto.

#### 4.16 MINERALES DEL SUERO LÁCTEO, CALCIO

##### *Productos de suero lácteo como fuente de calcio*

El calcio se puede obtener en la dieta por medio de diferentes fuentes, pero la fuente más recomendada son los productos lácteos. Los productos lácteos son una fuente significativa de calcio con una biodisponibilidad alta. El ingrediente de calcio en la leche proviene de la leche por medio de una técnica única de separación. Los productos con base de suero lácteo son una excelente fuente costo-eficiencia del calcio en los productos lácteos.



Imagen: Cortesía de Glatbia Nutritionals USA.

##### *Funciones y beneficios de los productos lácteos con calcio*

- El calcio de los productos lácteos es 100% natural (tan natural y "limpio" como lo solicita la etiqueta) y contiene un rango de otros minerales tales como el fósforo y el magnesio.
- El calcio de los productos lácteos contiene pocos niveles de materiales como el plomo o el aluminio, comparado con otras fuentes de calcio.
- La absorción del calcio de las fuentes de productos lácteos se determina por la necesidad fisiológica del cuerpo para obtener calcio y cuando esa necesidad es alta, básicamente todo el calcio del producto lácteo está disponible para absorberse. Las fuentes de calcio en los productos lácteos están listas para que el tracto gastrointestinal las absorba más que otras fuentes como son el carbonato de calcio el cual tiene una biodisponibilidad relativamente alta.
- La absorción del calcio de las fuentes de productos lácteos es más alta por considerarse deficientes en beta-galactosidasa de aquellos productos con una cantidad de beta-galactosidasa regular.
- La lactosa incrementa la absorción de calcio de los productos lácteos y la biodisponibilidad en los niños comparados con la sucrosa y el almidón de hidrolizados.
- Los estudios de investigación relacionan una mayor ingesta de calcio (1,575 mg/día) de productos lácteos durante las primeras 20 semanas de embarazo con un riesgo menor de hipertensión durante la gestación.
- Las recomendaciones de consumir calcio de productos lácteos corrio una manera de cubrir los requerimientos de calcio también proporciona una oportunidad para incrementar la ingesta de potasio y magnesio, lo cual se ha ligado al riesgo reducido de hipertensión.
- El riesgo de consumir cantidades excesivas de calcio también es menor con los productos lácteos que si se obtuviera con suplementos de calcio.

##### *Rango de productos comerciales disponibles*

Los productos de suero lácteo representan una fuente barata e ideal para el consumo de calcio. Los productos son:

- Polvos de suero lácteo
  - Tipo dulce 700-800 mg calcio/100g
  - Tipo ácido 2,054 mg calcio/100g
- Suero lácteo de lactosa reducida 800-900 mg calcio/100g
- Suero lácteo con concentrados de proteína 500-700 mg calcio/100g
- Suero lácteo con aislados de proteína 100-300 mg calcio/100g
- Suero lácteo desproteinizado 600-700 mg calcio/100g
- Permeato de suero lácteo 800-900 mg calcio/100g
- Minerales de calcio en leche Aproximadamente 23-28 g calcio/ 100g

### *Minerales de calcio en leche y concentrados*

#### **Descripción del producto**

Los minerales de calcio en leche son el calcio natural de la leche que predominantemente se encuentra en la forma de fosfato de calcio. Existen diferentes tipos de productos de leche natural con contenido de calcio aunque la mayoría están secionados a partir del suero lácteo por una de las diferentes técnicas de aislamiento y secado y posteriormente con un terminado en polvo fino.

#### **Procesos de producción**

Existen diferentes procesos de producción que se pueden utilizar para producir minerales de leche. El siguiente es un ejemplo, favor de contactar al proveedor para información detallada y específica.

### **Composición Típica\***

Calcio	23-28.0%
Fósforo	13.0-14.00%
Ca: proporción F	1.7:1-2:1
Total de Minerales	76.0-77.5%
Humedad	4.0%-7.0%
Proteínas	1.0-8.0%
Lactosa	1.0-6.0%

### **Aspectos Físicos y Químicos\***

#### **Análisis Microbiológico Típico**

Cuenta estándar en placa	<10,000/g
Coliformes	<10/g
Estafilococo coaguloso positivo	Negativo
Listeria	Negativo/50g
Salmonelosis	Negativo/50g

#### **Otras Características**

Apariencia	Polvo libre de flujo
Color	Blanco a color crema
pH (10%)	6.5-7.5 (puede variar)
Tamaño de partícula	Burda: 95% <10 µm Fino: 95% <100 µm

\*Favor de consultar a su proveedor para especificaciones detalladas del producto.

### **Aplicaciones típicas**

- Complementos alimenticios tales como tabletas, cápsulas, barras nutritivas, masticables.
- Alimentos fortificados con calcio tales como productos horneados, carnes procesadas, productos lácteos y de confitería.
- Bebidas fortificadas con calcio tales como jugos y bebidas lácteas.



**Figura 4.16**  
**Procesamiento de minerales en la leche**



Information courtesy of Glanbia USA.



## GENERALIDADES

La lactosa es, por peso, uno de los sólidos más abundantes de la leche. La lactosa es un disacárido compuesto por los monosacáridos Alfa-D-glucosa y Beta-D-galactosa. Es un azúcar reductora que, en ciertas circunstancias, puede reaccionar libremente con grupos de aminoácidos y proteínas. La lactosa es una fuente muy útil de energía dietética y juega un papel muy importante en la absorción del calcio. Existen varios tipos y grados de productos de lactosa con el fin de cubrir las necesidades de una gran diversidad de consumidores. La industria láctea de los Estados Unidos también produce fórmulas a petición del cliente y productos y mezclas especializados. Para obtener información adicional, favor de comunicarse con su proveedor.

## 5.1 PRODUCTOS DE LACTOSA DE GRADO INDUSTRIAL

### Definición del producto

Los productos de lactosa de grado industrial incluyen una variedad de productos de lactosa usados para la alimentación, fermentación y aplicaciones técnicas. La lactosa de grado alimenticio se produce a partir del suero lácteo desproteinizado, el cual se evapora, cristaliza y seca. El producto seco final contiene lactosa con 98% base seca.

### Composición Típica\*

Lactosa (mínimo)**	98%***
Proteínas	0.5–1.0%
Grasa	0.1%
Ceniza	0.1%–0.5%
Humedad Total**	4.5–5.5%

\* Comuníquese con su proveedor para obtener las especificaciones detalladas del producto.

\*\* Incluye agua combinada (incluye todas las formas, incluyendo los monohidratos).

\*\*\* Incluye todas las formas, incluyendo los monohidratos.

### Aspectos Físicos y Químicos\*

#### Análisis Microbiológico Típico

Cuenta estándar en placa	<50,000/g
Cuenta de coliformes	100/g (máximo)
E. coli	Negativo
Listeria	Negativo
Salmonela	Negativo/750 g
Estafilococo coagulasa-positiva	Negativo

#### Otras Características

Apariencia	Cristalina, polvo de flujo libre
Color	Amarillo claro
Sabor	Ligeramente dulce
Solución	Ligeramente turbia, amarillo claro, leve aroma del suero



## 5.2 PRODUCTOS DE LACTOSA DE GRADO ALIMENTICIO

### Definición del Producto

La lactosa de grado alimenticio se produce mediante la concentración del suero o del permeato (un producto derivado de la producción del concentrado de proteínas del suero) para sobreasar la lactosa y entonces, retirar y secar los cristales de lactosa. Los procesos especiales de cristalización, así como la molienda y el cernido fraccionado, producen tipos de lactosa diferentes en la distribución del tamaño de las partículas. En la actualidad, la industria ofrece diversos tipos de lactosa que van desde cristales superfinales hasta cristales muy gruesos para todo tipo de aplicaciones.

De acuerdo con lo establecido por el Código de Disposiciones Federales de los Estados Unidos (21 CFR 168.22), la lactosa es el hidrato de carbono que se obtiene normalmente del suero lácteo. Puede estar en forma de anhídrido o contener una molécula de agua de cristalización o ser una mezcla de ambas formas.

El contenido de lactosa no es menor a un 98% con un contenido de cenizas sulfatadas no mayor al 0.3%, ambos en forma seca. El pH de una solución al 10% no es menor de 4.5 o mayor que 7.5.

### Composición Típica\*

Lactosa (mínimo)**	99.0***
Proteínas	0.1%
Grasa	0%
Cenizas	0.1%–0.3%
Humedad total**	4.5–5.5%

\*Comuníquese con su proveedor para obtener las especificaciones detalladas del producto.

\*\*Incluye agua combinada.

\*\*\*Incluye monohidratos o anhídros.

### Características Físicas y Químicas\*

#### Análisis Microbiológico Típico

Cuenta estándar en placa 5-15,000/g

Cuenta de coliformes <10/g

E. coli Negativo

Listeria Negativo

Salmonela Negativo

Estafilococo coagulasa positiva Negativo

#### Otras Características

Contenido de partículas 7.5 mg/25g quemadas (máximo)

Densidad bruta 0.7–0.9 g/ml compactada (depende de la especificación del tamaño de la malla)

Apariencia Cristalina, polvo de flujo libre

Color De blanco a amarillo claro

Sabor Ligeramente dulce

Solución Clara, incolora a ligeramente amarillenta, inodora

### Composición Típica de los Productos de Lactosa\*

Componente	Fermentación	Grado Crudo	Grado Comestible	Formulario Nacional
Lactosa	98.0	98.4	99.0	99.8
Humedad no hidratada	0.35	0.30	0.50	0.10
Proteínas	1.00	0.80	0.10	0.01
Cenizas	0.45	0.40	0.20	0.03
Grasas	0.20	0.10	0.10	0.00
Acidez como ácido láctico	1	1	<2	<1

\*Por lo general no está determinado.

Fuente: Morrissey, P.A. (1985).

**Figura 5.2**  
Procesamiento de la lactosa

