

Manual de Referencia para las Leches en Polvo e Ingredientes Microfiltrados Estadounidenses

# CONTENIDO

## Introducción

Reconocimientos.....	7
U.S. Dairy Export Council (USDEC).....	7

## Capítulo 1 - La Industria Láctea e Iniciativas de Exportación de EUA

1.1 Resumen de la Industria Láctea de EUA.....	10
1.2 Control de Calidad.....	12
1.3 La Sostenibilidad y Gestión del Medio Ambiente.....	14

## Capítulo 2 - La Industria de la Leche en Polvo en EUA

2.1 Panorama General.....	16
2.2 Beneficios Generales de la Leche en Polvo, MPC Concentrado de Proteína de Leche) y MPI (Aislado de Proteína de Leche).....	17

## Capítulo 3 - Tecnologías de Producción y Manufactura

3.1 Recepción y Procesamiento de la Leche.....	19
3.2 Concentración, Fraccionamiento y Aislado.....	20
3.3 Secado.....	21
3.4 Instantaneización.....	22
3.5 Envasado.....	23

## Capítulo 4 - Definiciones, Composición y Usos

4.1 Leche Descremada en Polvo, Leche Deshidratada sin Grasa.....	25
4.2 Leche Entera Deshidratada, Leche Entera en Polvo.....	31
4.3 Suero de Mantequilla en Polvo.....	33
4.4 Concentrado de Proteína de Leche (MPC) y Aislado de Proteína de Leche (MPI).....	34
4.5 Concentrado de Caseína Micelar (Proteína de Leche Microfiltrada).....	37

## Capítulo 5 - Control de Calidad y Estándares de Calificación

5.1 Control de Calidad General y Encuestas en Plantas.....	40
5.2 Normas de Identidad de la FDA.....	41
5.3 Clasificación USDA.....	44
5.4 Trazabilidad de Producto.....	51
5.5 Inocuidad de Producto.....	52
5.6 Químicos Agrícolas y Control de Residuos de Fármacos.....	53
5.7 Resumen.....	54

## Capítulo 6 - Características Principales y Métodos de Pruebas para Ingredientes de Leche Seca

6.1 Características Generales y Métodos de Análisis.....	56
--	----

6.2 Características Organolépticas.....	56
6.3 Características Químicas.....	57
6.4 Características Físicas.....	59
6.5 Características Funcionales.....	62
6.6 Características Microbiológicas.....	64

## Capítulo 7 - Propiedades Nutricionales de las Leches en Polvo, los Concentrados de Proteína de Leche, y Aislados de Proteína de Leche

7.1 Un Vistazo a la Composición de la Proteína Láctea.....	68
7.2 Beneficios para la Salud de la Proteína de Leche.....	71
7.3 El Impacto de la Proteína de Leche en la Nutrición, Fisiología y Salud.....	73
7.4 Poblaciones Especiales: Infantes y Niños con Desnutrición.....	77
7.5 Componentes de la Leche No-proteicos.....	81

## Capítulo 8 - Propiedades Funcionales y Desempeño de las Leches en Polvo

8.1 Propiedades Funcionales de las Leches en Polvo.....	97
---	----

## Capítulo 9 - Leches en Polvo en Aplicaciones de Repostería y Confitería

9.1 Beneficios de las Leches en Polvo en Aplicaciones de Repostería y Confitería.....	103
9.2 Fórmulas para Repostería.....	105
9.3 Fórmulas para Confitería.....	107

## Capítulo 10 - Aplicaciones Lácteas y de Leche Recombinada de Leches en Polvo

10.1 Selección de Ingredientes.....	112
10.2 Funcionalidad de las Leches en Polvo.....	112
10.3 Tipos de Leche y Productos de Leche Recombinados.....	114
10.4 El Proceso de Recombinar la Leche Líquida.....	114
10.5 Productos de Leche Recombinada.....	116
10.6 Fórmulas de Productos Recombinados que Emplean Leches en Polvo.....	119

## Capítulo 11 - Aplicaciones de Leches en Polvo e Ingredientes Lácteos para Alimentos y Bebidas

11.1 Los Beneficios Funcionales y Nutricionales de la Leche en Polvo y los Ingredientes de Proteína Láctea.....	125
11.2 Fórmulas de Alimentos y Bebidos Nutricionales.....	126

Glosario.....	135
---------------	-----

## LISTA DE TABLAS

---

### Capítulo 4

- Tabla 1.** Composición típica de la Leche Descremada en Polvo (NFDM ) y la Leche Deshidratada sin Grasa (SMP)
- Tabla 2.** Composición Nutricional Típica de la Leche Descremada en Polvo (NFDM ) (sin Vitaminas A y D añadidas)
- Tabla 3.** Composición Nutricional Típica de la Leche Descremada en Polvo (NFDM ) (con Vitaminas A y D añadidas)
- Tabla 4.** Usos Principales en EUA de la NFDM & la SMP
- Tabla 5.** Clasificación Térmica de las Leches en Polvo
- Tabla 6.** Usos Recomendados a Raíz de Tratamiento Térmico
- Tabla 7.** Beneficios por Tratamiento Térmico y de Aplicación
- Tabla 8.** Composición Típica de la Leche Entera Deshidratada y la Leche Entera en Polvo
- Tabla 9.** Usos Principales en EUA de la Leche Entera Deshidratada
- Tabla 10.** Composición Típica del Suero de Mantequilla en Polvo
- Tabla 11.** Composición Típica de la Leche y el Suero de Mantequilla en Polvo
- Tabla 12.** Usos Principales en EUA de los Sólidos del Suero de Mantequilla
- Tabla 13.** Composición Típica del MPC (Concentrado de Proteína de Leche) y MPI (Aislado de Proteína de Leche)
- Tabla 14.** Composición Típica del MPC y MPI Disponibles Comercialmente
- Tabla 15.** Análisis Microbiológico Típico del MPC, MPI
- Tabla 16.** Usos Principales en EUA de los MCI
- Tabla 17.** Niveles Típicos de Incorporación de MPC y MPI
- Tabla 18.** Composición Típica de MMP and MCC

### Capítulo 5

- Tabla 1.** Criterio Básico de Composición para Leche Descremada en Polvo Secado por Atomización (Spray ) o Cilindros Rotatorios (Roller)
- Tabla 2.** Especificaciones para Grados Estadounidenses para Leche Descremada en Polvo, Proceso de Atomización
- Tabla 3.** Especificaciones para Grados Estadounidenses para Leche Entera en Polvo
- Tabla 4.** Especificaciones para Grados Estadounidenses de Suero de Mantequilla Deshidratado y Producto de Suero de Mantequilla (Buttermilk)
- Tabla 5.** Composición Típica de Leche en Polvo y Suero de Mantequilla en Polvo

- Tabla 6.** Composición Típica de MPC y MPI Disponible Comercialmente

- Tabla 7.** Composición Típica de MMP y MCC

### Capítulo 6

- Tabla 1.** Clasificación de Tratamiento Térmico de la Leche Descremada en Polvo

### Capítulo 7

- Tabla 1.** Proteínas de la Leche de Vaca
- Tabla 2.** Composición de Aminoácidos en Leches en Polvo, MPCs y MPIs Selectos
- Tabla 3.** Calificación de Calidad para Proteínas Claves
- Tabla 4.** Aminoácidos Esenciales y Contenido de Leucina en Alimentos
- Tabla 5.** Efectos Fisiológicos de las Proteínas de Leche Reportados
- Tabla 6.** Contenido de Ácidos Grasos en Leche Entera en Polvo y Leche Desnatada en Polvo
- Tabla 7.** Composición Comparativa de Leches en Polvo, MPCs y MPIs Selectos
- Tabla 8.** Concentración de Vitaminas en Leches en Polvo
- Tabla 9.** Las Vitaminas en la Leche y sus Funciones en el Cuerpo

### Capítulo 8

- Tabla 1.** Las Propiedades Funcionales de los Principales Componentes de la Leche en Polvo
- Tabla 2.** Pasando de la Funcionalidad a las Aplicaciones

### Capítulo 9

- Tabla 1.** Los Beneficios Adicionales de las Leches en Polvo

### Capítulo 10

- Tabla 1.** Ingredientes de la Leche Recombinada y sus Productos
- Tabla 2.** Los Requerimientos de la Leche en Polvo Indicados para la Leche Recombinada Fluida
- Tabla 3.** Los Requerimientos de la Leche en Polvo para Queso y Yogurt

### Capítulo 11

- Tabla 1.** Clasificaciones Térmicas y la Funcionalidad Asociada de SMP y NDM (Leche Descremada en Polvo) en Alimentos y Bebida

## LISTA DE FIGURAS

---

### Capítulo 1

**Figura 1.1** Creciente Presencia Global

### Capítulo 3

**Figura 3.1** Producción Básica de Leche en Polvo

**Figura 3.2** Proceso Instantizing-Rewet (rehidratación parcial de leche en polvo)

**Figura 3.3** Proceso de Instantaneización Completa

### Capítulo 5

**Figura 5.1** Trazabilidad de Ingredientes Producidos por Fabricantes y Distribuidores Lácteos de la Granja a la Mesa

**Figura 5.2** La Inocuidad del Producto

**Figura 5.3** Resumen

### Capítulo 7

**Figura 7.1** PDCAAS (Evaluación de la Calidad de las Proteínas en los Alimentos) de Fuentes Claves de Proteín

### Capítulo 10

**Figura 10.1** Proceso Básico de Recombinación

# Introducción



## AGRADECIMIENTO

El U.S. Dairy Export Council (USDEC) expresa su más amplio agradecimiento a todos los individuos, empresas y asociaciones que han contribuido al desarrollo, revisión y producción del presente manual.

## U.S. DAIRY EXPORT COUNCIL (USDEC)

USDEC es una organización de afiliados sin fines de lucro que representa los intereses del comercio global de los productores estadounidenses de lácteos, procesadores privados y cooperativas, a los proveedores de ingredientes y agentes de exportación.

Fundado en 1995 por Dairy Management Inc., la misión de USDEC se centra en incrementar la demanda de productos e ingredientes lácteos estadounidenses al facilitar el acceso a y cumplir con las necesidades del mercado para fomentar las ventas. La activación se da mediante la investigación y colaboración con los afiliados, el gobierno, el mundo académico y diversas organizaciones del medio cuya meta en común es garantizar la salud y vitalidad de la industria láctea estadounidense.

USDEC, aunado a su red de oficinas en el extranjero, trabaja directamente con compradores globales y usuarios finales para acelerar la compra-venta y el éxito innovador de los productos e ingredientes lácteos de Estados Unidos.

Dairy Management Inc., organización para la comercialización, promoción e investigación financiada por productores lácteos, es la principal fuente de financiamiento para USDEC mediante el programa dairy checkoff. El Servicio Exterior Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) proporciona apoyo para el



**Este manual de referencia se ha diseñado para guiar y educar a los compradores y usuarios finales sobre la adquisición y uso de las leches en polvo y proteínas de leche estadounidenses. Es un recurso de información que incluye:**

Una descripción de la leche en polvo estadounidense, y de la industria de la proteína de leche concentrada (MPC) y el aislado de proteína de leche (MPI).

Definiciones de productos de leche en polvo, MPC y MPI  
Descripciones de los procesos empleados para producir leche en polvo y mejorará ciertas propiedades funcionales de la leche desnatada en polvo.

Discusiones sobre las propiedades funcionales y nutritivas de la leche en polvo y las proteínas de leche.

Aplicaciones para estos ingredientes lácteos funcionales y nutricionales.



desarrollo del mercado de exportación; las cuotas de membresía ayudan a financiar las iniciativas de política exterior de USDEC

U.S. Dairy Export Council  
2107 Wilson Boulevard, Suite 600  
Arlington, VA 22201, USA  
Phone: +1-703-528-3049  
Fax: +1-703-528-3705  
[ThinkUSAdairy.org](http://ThinkUSAdairy.org)  
[DairyforGlobalNutrition.org](http://DairyforGlobalNutrition.org)

### Presencia Global

USDEC cuenta con una amplia red de personal y representantes alrededor del mundo, desde Asia y el Medio Oriente y el Norte de África hasta América Latina y los Estados Unidos. USDEC se enorgullece de fungir como un recurso de acción integral de la información láctea de los Estados Unidos, y representa tanto las necesidades de sus miembros como de los compradores globales.

Las oficinas representativas de USDEC son esenciales para compartir información oportuna acerca de la industria láctea de los Estados Unidos, su amplia gama de productos a la oferta, y los multifacéticos beneficios nutricionales y funcionales de los productos e ingredientes lácteos de Estados Unidos. Esto se logra mediante reuniones cara a cara, eventos de comercialización – tales como seminarios, talleres

y misiones comerciales – y la participación en ferias comerciales y conferencias, al igual que relaciones públicas y participación con profesionales de la salud.

## Servicios Diseñados para Impulsar las Ventas Globales de Productos e Ingredientes Lácteos Estadounidenses

Acceso al Mercado y Asuntos Normativos: Hay un equipo de expertos que monitorea el entorno normativo alrededor del mundo para indentificar cambios en aranceles, estándares de productos, requerimientos para la importación, y otros temas relacionados al acceso al mercado que faciliten las transacciones fluidas y libres de obstáculos.

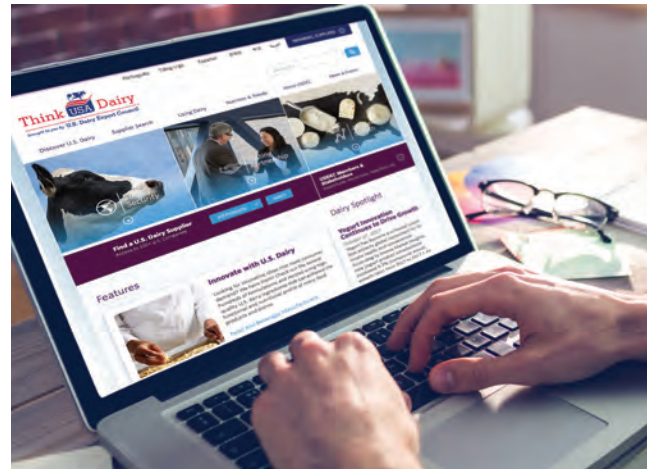
- Política Comercial: Los profesionales del comercio trabajan para lograr los mejores resultados posibles para los productos lácteos estadounidenses en sus transacciones comerciales, y resolver disputas comerciales en curso y lidiar con amenazas al crecimiento de las exportaciones lácteas de los Estados Unidos.
- Desarrollo del Mercado: Tenemos equipos multidisciplinarios a cargo de aspectos de comercialización, investigación e identificación de nuevas oportunidades para la exportación de lácteos estadounidenses; aprovechan estas oportunidades al diseñar programas e iniciativas que impulsen la demanda y que aceleren el éxito en el mercado global del cliente de U.S. Dairy.



## Los Afiliados de USDEC

USDEC construye sobre la base de alianzas industriales para la colaboración, incorporando a procesadores, comercializadoras, y otros para aumentar la demanda global de productos lácteos estadounidenses. Desde su fundación en 1995, la membresía de USDEC ha crecido a más de 120 empresas, representando ahora al 80% de los procesadores lácteos de los Estados Unidos. La amplia gama de empresas afiliadas a USDEC y su personal dedicado están comprometidos a cumplir con las necesidades de productos lácteos de clientes alrededor del mundo entero

– ya sea en Shanghai, Sao Paulo, Ciudad de México, Berlín, Riyadh, Manila, Dubai o cualquier otro rincón del mundo. Visite [ThinkUSAdairy.org](http://ThinkUSAdairy.org) si desea obtener una lista completa de nuestros miembros o si desea buscar proveedores de leche en polvo estadounidense u otros ingredientes lácteos.



## ThinkUSAdairy.org: Recursos lácteos estadounidenses al alcance de la mano

[ThinkUSAdairy.org](http://ThinkUSAdairy.org) es un recurso en línea y aplicación móvil diseñado para satisfacer las necesidades particulares de los compradores globales, profesionales de servicios de alimentos, y fabricantes de alimentos. El sitio web proporciona a los compradores un vistazo a la industria láctea estadounidense y su amplia cartera de productos. Incluye una herramienta robusta de búsqueda para encontrar proveedores estadounidenses con base en sus necesidades específicas y los atributos de los productos (ver “Discover U.S. Dairy” y “Supplier Search”). ¡Pero aún hay más! Los usuarios finales pueden aprender más acerca de las tendencias culinarias actuales e información nutricional relacionada a los lácteos e inspirarse para aprender a usar la leche en polvo estadounidense y las proteínas lácteas (ver “Using Dairy” y “Nutrition & Trends”). Este sitio para smartphone y tableta permite el acceso sobre la marcha a una abundancia de información. De la página [ThinkUSAdairy.org](http://ThinkUSAdairy.org), hay micrositos con acceso a otros idiomas, incluyendo el árabe, chino (simplificado), coreano, español y también portugués. Por favor visite nuestra página [ThinkUSAdairy.org](http://ThinkUSAdairy.org) hoy mismo para aprender más acerca de los lácteos estadounidenses y U.S. Dairy!

1

# La Industria Láctea e Iniciativas de Exportación de los Estados Unidos





## 1.1 PANORAMA GENERAL DE LA INDUSTRIA LÁCTEA DE EUA

Con una amplia y ascendente capacidad de producción de leche y un portafolio competitivo de productos, la industria láctea de EUA está bien posicionada y dispuesta a satisfacer el creciente apetito de lácteos en el mundo. A lo largo de la cadena de suministro, desde las granjas familiares y los procesadores de leche hasta los fabricantes de ingredientes y productos, la industria láctea de EUA está totalmente dedicada a ser un socio global de innovación y suministro a largo plazo que impulsa los negocios de sus clientes.

### La producción de leche en EUA hoy

La tierra y los recursos favorables, junto con la adopción de prácticas de producción eficientes y modernas, aseguran la posición de Estados Unidos como el mayor productor de leche de vaca en el mundo. En 2017, Estados Unidos tenía 9.4 millones de vacas y producía 97.7 millones de toneladas métricas de leche en 40,000 granjas. Eso representa tres veces el volumen de producción de leche de Nueva Zelanda y Australia en conjunto. La mayoría de las granjas lecheras de los EUA pertenecen y son operadas por familias. Con generaciones de experiencia, los productores de leche de EUA saben que las vacas sanas, bien cuidadas y alimentadas con una dieta nutritiva producen sistemáticamente leche saludable y de alta calidad. Los productores de leche de EUA trabajan en colaboración estrecha con nutricionistas animales y veterinarios para identificar la mezcla correcta de ingredientes del pienso para satisfacer los requisitos nutrimentales de las vacas. A su vez, el poderoso sistema digestivo de las vacas utiliza estos nutrientes en su dieta para producir leche saludable y de alta calidad. La variación mínima de temporada a temporada en la cantidad de pienso y la composición de los nutrientes aseguran un suministro constante de leche a lo largo del año, en contraste con el típico volumen cíclico de las vacas lecheras que pastan, como es común en algunas partes del mundo.

### Amplia capacidad de crecimiento

Estados Unidos cuenta con la tierra, la infraestructura y los recursos tecnológicos necesarios para continuar su expansión de producción de leche y oferta de productos lácteos. En 2017, 45% del crecimiento acumulado de la producción incremental de leche en EUA entre 2004 y 2017 con base en el total de sólidos de leche se destinó a productos para mercados de exportación. Con el pronóstico de que la producción de leche en EUA llegue a 100 millones de toneladas métricas en 2019, esta trayectoria ascendente asegura a los consumidores una fuente confiable y de largo plazo de productos lácteos saludables.

Esta capacidad de crecimiento constante futuro de producción de leche y lácteos aparta a Estados Unidos de las restricciones que experimentan otras regiones productoras de leche.

### Portafolio de productos de clase mundial

Las casi 1,300 instalaciones de producción registradas en EUA — desde las más grandes operaciones de producción de alimentos en el mundo hasta pequeñas instalaciones boutique para artículos de especialidad elaborados a mano— siguen estrictos procedimientos de inocuidad alimentaria para crear una increíble variedad de ingredientes y productos lácteos de calidad y saludables.

Estados Unidos es líder mundial en la producción y exportación de leche descremada en polvo y leche deshidratada sin grasa, MPCs y MPI, y ha invertido mucho en la capacidad de nuevas plantas listas para exportación para satisfacer las necesidades diferenciadas y crecientes de los clientes. Estados Unidos es también el mayor productor y exportador de ingredientes de suero de leche, ya que suministra una amplia gama de opciones: desde permeado y suero de leche



dulce hasta concentrados de proteína de suero de leche, aislados de proteína de suero de leche y proteína de suero de leche (suero de leche nativa) que satisfacen diferentes necesidades de niveles de proteínas, propiedades funcionales y otras especificaciones. Un fuerte historial como el mayor productor y exportador también hace que Estados Unidos sea una fuente confiable de lactosa para una nutrición de calidad, funcionalidad de los productos y disponibilidad constante del suministro. La producción estadounidense de proteínas de leche y concentrado de caseína micelar también está creciendo para ofrecer una variedad más extensa a clientes de todo el mundo.

Las compañías de alimentos y bebidas, chefs y desarrolladores de menús de foodservice, fabricantes de productos nutricionales, importadores y organizaciones humanitarias cuentan con los productos lácteos estadounidenses para deleitar y nutrir a consumidores de todo el mundo. Para obtener más información sobre productos estadounidenses específicos, incluyendo volúmenes de producción y de exportación, atributos nutrimentales y funcionales y aplicaciones clave de uso, visite [ThinkUSAdairy.org](http://ThinkUSAdairy.org).

### Portafolio de productos de clase mundial

Las casi 1,300 instalaciones de producción registradas en EUA — desde las más grandes operaciones de producción de alimentos en el mundo hasta pequeñas instalaciones boutique para artículos de especialidad elaborados a mano— siguen estrictos procedimientos de inocuidad alimentaria para crear una increíble variedad de ingredientes y productos lácteos de calidad y saludables.

Estados Unidos es líder mundial en la producción y exportación de leche descremada en polvo y leche deshidratada sin grasa, MPCs y MPI, y ha invertido mucho en la capacidad de nuevas plantas listas para exportación para satisfacer las necesidades diferenciadas y crecientes de los clientes. Estados Unidos es también el mayor productor y exportador de ingredientes de suero de leche, ya que suministra una amplia gama de opciones: desde permeado y suero de leche dulce hasta concentrados de proteína de suero de leche, aislados de proteína de suero de leche y proteína de suero de leche (suero de leche nativa) que satisfacen diferentes necesidades de niveles de proteínas, propiedades funcionales y otras especificaciones. Un fuerte historial como el mayor productor y exportador también hace que Estados Unidos sea una fuente confiable de lactosa para una nutrición de calidad, funcionalidad de los productos y disponibilidad constante del suministro. La producción estadounidense de proteínas de leche y concentrado de caseína micelar también está creciendo para ofrecer una variedad más extensa a clientes de todo el mundo.

Las compañías de alimentos y bebidas, chefs y desarrolladores de menús de foodservice, fabricantes de productos nutricionales, importadores y organizaciones humanitarias cuentan con los productos lácteos estadounidenses para deleitar y nutrir a consumidores de todo el mundo. Para obtener más información sobre productos



estadounidenses específicos, incluyendo volúmenes de producción y de exportación, atributos nutrimentales y funcionales y aplicaciones clave de uso, visite [ThinkUSAdairy.org](http://ThinkUSAdairy.org).

### Presencia global creciente

Figura 1.1  
Presencia global creciente



La dedicación del productor estadounidense de lácteos y las comunidades de procesadores trasciende las fronteras de EUA. Enfocada al mercado nacional hace una década, la industria láctea de EUA abarca hoy los mercados globales y ha emergido como el proveedor líder de lácteos en el mundo. En la actualidad, uno de cada siete camiones-cisterna de leche que sale de las granjas estadounidenses es transformado en productos que se venden en el extranjero. Eso equivale a 13.7 millones de toneladas métricas de leche o leche de 1.3 millones de vacas estadounidenses. A medida que continúa incrementándose la demanda global de lácteos, la industria láctea de EUA está afrontando el desafío. Hoy en día, los proveedores estadounidenses de lácteos están en sintonía con las necesidades de los clientes globales con esfuerzos de ventas respaldados cada vez más por oficinas y representantes en todo el mundo. La industria también

está totalmente comprometida con ofrecer un portafolio de productos que satisfaga la selección, las especificaciones y el empaque que buscan los consumidores globales. El resultado ha sido una pronunciada trayectoria ascendente en las exportaciones, logrando nuevos récords

## 1.2 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Todos aquellos involucrados en la industria láctea de EUA —familias de agricultores, procesadores de leche, fabricantes de ingredientes y productos, científicos, especialistas gubernamentales en inocuidad y representantes de instituciones de consumidores y de la industria láctea— trabajan para asegurar que los productos estadounidenses cumplan con las estrictas normas regulatorias de los EUA y excedan las expectativas y los requerimientos de los clientes y consumidores con respecto a la calidad e inocuidad. Las leyes, normas, tradiciones y valores bien establecidos hacen que la industria láctea de EUA sea un socio confiable para las compañías de alimentos y bebidas y las instituciones de foodservice de todo el mundo. La industria láctea de EUA busca ser la opción preferida para productos e ingredientes lácteos saludables, frescos y nutritivos, por lo que se han adoptado medidas desde la granja hasta la mesa para asegurar sistemáticamente el suministro de productos lácteos saludables, frescos y nutritivos.

### En la granja

Debido a que Estados Unidos es un país vasto con un clima diverso, los productores estadounidenses de lácteos albergan y alimentan a sus vacas en armonía con las condiciones climáticas y los recursos de las comunidades donde viven y producen. Algunas vacas pastan durante todo el año; otras viven en establos para protegerlas del calor y frío extremos. Todos los productores de lácteos se esfuerzan por tener



vacas saludables y bien cuidadas, sin importar la ubicación ni el tamaño de sus rebaños. Saben que las vacas alimentadas sistemáticamente con una dieta nutritiva producen leche saludable y de alta calidad.

en siete de los diez años entre 2007 y 2016. Este crecimiento constante en las exportaciones afirma el compromiso a largo plazo de los Estados Unidos con las alianzas colaborativas con sus clientes globales.

Casi todas las granjas lecheras en EUA pertenecen a familias y así ha sido durante varias generaciones. Los productores de lácteos trabajan diligentemente para proteger su tierra y agua, al tiempo que ordeñan el número de vacas requerido para satisfacer la demanda del mercado y las necesidades de sus familias. Sus esfuerzos suelen estar respaldados por:

- Inspectores que asesoran a los productores sobre procedimientos adecuados de inocuidad y hacen cumplir las regulaciones nacionales.
- Pruebas en las granjas para contaminantes y patógenos.
- Veterinarios que realizan visitas frecuentes para verificar la salud animal.
- Nutricionistas animales que se aseguran de que las vacas coman una dieta rica y nutritiva.
- Auditores que trabajan con los productores para asegurar que las vacas están sanas y son bien tratadas, en línea con el National Dairy FARM Program: Farmers Assuring Responsible Management (Productores que aseguran una administración responsable).



### En la planta

Los procesadores de leche y los fabricantes de ingredientes y productos lácteos de EUA están totalmente dedicados a proteger la calidad

y la inocuidad de la leche que reciben de los productores lecheros estadounidenses. A fin de suministrar los ingredientes y productos más finos a los clientes de lácteos estadounidenses de todo el mundo, con frecuencia adoptan medidas que superan y se anticipan a los requisitos regulatorios:

- Análisis de puntos vulnerables en los procesos de la compañía y aplicación de medidas probadas e innovadoras para asegurar la calidad y prevenir y detectar contaminación.
- Alineamiento con normas internacionales reconocidas como la Iniciativa Global de Inocuidad Alimentaria (GFSI) y el Safe Quality Food (SQF) Institute.
- Certificación ISO, tanto para procesos como para productos.
- Adopción de trazabilidad de productos lácteos desde la granja hasta el cliente.

Los procesadores y fabricantes estadounidenses también invierten en mejora continua y sostenibilidad. El Innovation Center for U.S. Dairy es un consorcio de productores estadounidenses de lácteos, compañías estadounidenses de lácteos y fabricantes de alimentos y bebidas que colaboran con representantes del gobierno de EUA, instituciones académicas y organizaciones no gubernamentales. En conjunto, trabajan para mejorar aún más el control de patógenos, fortalecer los protocolos de auditoría y reducir el riesgo en la cadena de suministro.

## Supervisión del gobierno

La Administración de Medicamentos y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) hace cumplir las leyes nacionales que mejoran la inocuidad de los productos lácteos y otros alimentos y bebidas producidos en los Estados Unidos. Las autoridades estatales y locales periódicamente visitan las granjas y plantas productoras de leche para verificar el cumplimiento de todas las regulaciones. Además, el Departamento de Agricultura (USDA) de EUA protege la salud animal y las normas de especificaciones de calidad de la leche. En los Estados Unidos, existen normas y protocolos gubernamentales para asegurar que la leche pasteurizada se produzca de manera inocua.

La FDA supervisa un conjunto de normas conocidas como la Ordenanza de la Leche Pasteurizada (PMO) que especifica los requisitos de tiempo y temperatura para la pasteurización. Detalla meticulosamente cómo se deben construir, equipar, limpiar y sanitizar las instalaciones y plantas lecheras, y cómo se debe manejar, almacenar y transportar la leche. También asegura inspecciones rigurosas y sistemáticas de granjas lecheras, instalaciones de procesamiento y productos a lo largo y ancho de Estados Unidos. Como una verificación final, los productos lácteos estadounidenses son puestos a prueba en múltiples coyunturas críticas desde la granja hasta el puerto. Sólo aquellos productos que cumplen con las rigurosas normas del gobierno de EUA son entregados a clientes y consumidores nacionales e internacionales de alimentos.



### 1.3 SOSTENIBILIDAD Y ADMINISTRACIÓN



La industria láctea de EUA se enorgullece de la manera en que su rica herencia de administración de la tierra y compromiso a largo plazo con la producción sostenible de lácteos fortalece las aportaciones sociales, medioambientales y económicas de la industria. La vaca lechera desempeña un papel clave en un sistema alimenticio estadounidense sostenible y ambientalmente responsable que satisface las necesidades de las generaciones actuales y futuras. Una amplia gama de ingredientes y productos lácteos saludables comienza con la nutritiva leche que producen las vacas.

Pocos alimentos proporcionan la fuente de nutrientes y beneficios a la salud de forma tan asequible, deliciosa y fácilmente disponible como la leche. Una vaca, en promedio, produce 34 litros o 9 galones de leche al día. Cada porción contiene calcio, vitamina D, potasio, proteína y nutrientes adicionales clave esenciales para la salud humana.

Los esfuerzos de sostenibilidad de las granjas lecheras se facilitan con el poderoso sistema digestivo de cuatro estómagos de las vacas: 75% de la dieta de las vacas es imposible de digerir para los seres humanos. Los planes de nutrición de las vacas no solo impulsan la producción, sino que también crean valor a partir de la manufactura de subproductos que, de otro modo, se convertirían en desechos de rellenos sanitarios.

Los planes de alimentación de las vacas lecheras en EUA incorporan elementos como la pulpa de cítricos de los procesadores de alimentos y bebidas y semillas de algodón de la industria de fibras; las vacas utilizan la nutrición para producir leche.

Otro subproducto sostenible de las granjas lecheras estadounidenses es el estiércol de vaca, un fertilizante natural que también se convierte en una fuente renovable de energía. El estiércol de vaca rico en nutrientes fertiliza las tierras de cultivo para mejorar el rendimiento de las cosechas tanto para las personas como para los animales. Una vaca produce 64 litros (17 galones) de estiércol por día. Eso constituye fertilizante suficiente para cultivar 25 kilogramos (56 libras) de maíz o 38 kilogramos (84 libras) de jitomates.

La industria láctea de EUA lleva la sostenibilidad un paso más allá para crear valor adicional a partir del estiércol. Los sistemas digestores anaerobios convierten el estiércol y los restos de comida comercial en electricidad, combustible para autos y camiones, fibra y, por supuesto, fertilizantes. El resultado se traduce en ingresos combinados y ahorros en costos de USD \$200 por vaca por año.

El objetivo final de los esfuerzos de sostenibilidad de la industria láctea de EUA es simple: Personas Sanas. Planeta Sano. Comunidades Sanas.

# 2

## La industria de la leche en polvo en EUA



## 2.1 PANORAMA GENERAL

Ya sea que se utilicen para incrementar el suministro local de leche, o por sus beneficios nutricionales o funcionales, facilidad de uso o extensión de vida de anaquel, los fabricantes globales de alimentos han incorporado los ingredientes lácteos como parte integral de su éxito. Han llegado a confiar en la calidad de los ingredientes lácteos de EUA por una buena razón. Estados Unidos está entre los productores más eficientes de leche en polvo con una amplia capacidad de crecimiento respaldada por el conjunto más estricto de normas sanitarias de alimentos en el mundo. Junto con su creciente portafolio de productos, inversiones significativas en nuevas plantas y modernización de instalaciones existentes, así como un creciente enfoque internacional, la industria láctea de EUA está bien posicionada para suministrar una cada vez mayor gama de productos de leche en polvo que satisfacen las especificaciones de los clientes.

### Producción elevada y creciente

Con más de un millón de toneladas métricas producidas en 2017, Estados Unidos es el mayor productor de leche descremada en polvo (SMP) / leche deshidratada sin grasa (NDM). La SMP se fabrica a lo largo y ancho de Estados Unidos en instalaciones grandes y pequeñas con un rango de capacidades.

Los fabricantes estadounidenses siguen impulsando la producción de SMP año tras año, y se proyecta que la producción llegue a 1.2 millones de toneladas métricas para 2021. Esta trayectoria ascendente da fe del creciente interés de los clientes en Estados Unidos como socio y proveedor de calidad y de gran volumen que puede satisfacer sus crecientes necesidades de leche en polvo para una amplia gama de aplicaciones en productos. Por otra parte, el volumen y la participación de la SMP estadounidense exportada siguen aumentando en paralelo con una producción creciente. Más del 50% de la SMP estadounidense es exportada: Estados Unidos representa aproximadamente un cuarto de la producción mundial.

### Portafolio en expansión

La industria láctea de EUA reconoce que los clientes tienen diferentes necesidades de especificaciones dependiendo de la aplicación de uso final. Los fabricantes estadounidenses de leche en polvo emplean tecnología de clase mundial y han invertido en mejoras de procesos, así como en instalaciones nuevas y modernizadas para satisfacer y exceder sistemáticamente las rigurosas y especializadas especificaciones sensoriales y de calidad para leche en polvo de los clientes. Esto incluye polvos con baja cantidad de esporas y altas especificaciones para aplicaciones nutricionales y de recombinación.

Los fabricantes estadounidenses también están aumentando la producción y las exportaciones de una amplia gama de leches en polvo más allá de la NDM y SMP. Alguna vez importador de concentrados de proteína de leche, ahora Estados Unidos se ha vuelto un creciente exportador: la producción superó las 63,000 toneladas métricas en 2017.

En años recientes, diversos fabricantes estadounidenses de lácteos han expandido su capacidad para la producción y exportación de leche entera en polvo (WMP), tal y como lo justifica la dinámica del mercado. Esto incluye plantas flexibles de vanguardia que pueden alternar entre producción de leche descremada en polvo y leche entera en polvo en respuesta a las circunstancias prevalecientes de demanda del mercado. Esta capacidad de expansión responde a las solicitudes de los clientes de exportación y refleja la consolidada dedicación y capacidad de respuesta de la industria láctea de EUA a las necesidades de los consumidores globales.

### Disponibilidad constante

La producción de leche de vaca durante todo el año asegura la disponibilidad del producto durante cualquier temporada del año, incluyendo el invierno. Los clientes pueden contar con los Estados Unidos para un suministro constante y de calidad que conserva su sabor y frescura durante condiciones normales de manejo y almacenamiento.

Para estadísticas actualizadas sobre la producción y exportaciones de leche en polvo de EUA, visite la sección de leche en polvo de la página web de USDEC: [ThinkUSAdairy.org/products/milk-powders](http://ThinkUSAdairy.org/products/milk-powders)





## 2.2 BENEFICIOS GENERALES DE LA LECHE EN POLVO, MPCs (CONCENTRADOS DE PROTEÍNA DE LECHE) Y MPI (AISLADO DE PROTEÍNA DE LECHE)

La leche es un líquido biológico complejo que consiste en grasas, minerales, vitaminas, enzimas, lactosa y agua. La leche no solo es un alimento altamente nutritivo, también es un ingrediente funcional. Sin embargo, a veces es difícil transportar, almacenar o inclusive formular con leche en su forma líquida. Por lo tanto, los procesadores emplean tecnologías para extraer la mayor parte del agua de la leche líquida, lo cual da como resultado la leche en polvo. Las leches en polvo más comunes son la leche descremada en polvo, la leche entera en polvo y el suero de mantequilla en polvo.

La leche en polvo contribuye nutricional, funcional y económicamente a una variedad de alimentos, incluyendo repostería, confitería, productos lácteos, leche recombinada, carne, bebidas nutritivas y alimentos preparados.

Los productos de leche en polvo son leche con una mayor vida de anaquel. Al extraer la mayor parte de la humedad de la leche, la leche líquida se convierte en un polvo seco estable en el anaquel con una vida de anaquel 12 a 18 meses, en contraste con la corta vida de anaquel de la leche fresca líquida pasteurizada (menos de 21 días).

Los beneficios generales de la leche en polvo incluyen:

- Almacenamiento — Requiere espacios pequeños bajo condiciones normales de almacenamiento y conserva su alta calidad.
- Economía— Debido a que se reducen la masa y el volumen, los costos de transporte son menores.
- Balance - La leche en polvo excedente se puede reconstituir cuando los suministros de leche fresca son bajos.

- Uso en emergencias — Se puede utilizar bajo condiciones adversas cuando la leche fresca no está disponible.
- Formulaciones - Es idónea para usarse como ingrediente en una gran variedad de alimentos y bebidas.
- Fortificación — Puede añadir proteína de leche, calcio y otras vitaminas y minerales adicionales a una variedad de alimentos.

Los concentrados de proteína de leche y el aislado de proteína de leche se producen separando las proteínas de la leche del agua, así como a partir de otros componentes de la leche utilizando procesos de separación física.

Los beneficios generales de los MPCs y el MPI incluyen:

- Calidad de las proteínas — Fuentes compactas de proteínas, aminoácidos de cadena ramificada (BCAAs), una puntuación de los aminoácidos indispensable digeribles (DIAAS) mayor a 1 y una puntuación de los aminoácidos corregida por la digestibilidad de la proteína (PDCAAS) de 1.
- Redituable — El bajo costo y la volatilidad de precios de los MPCs y el MP permite usos innovadores en diversos medios de aplicación.
- Almacenamiento — Conserva su alta calidad durante al menos 12 meses bajo condiciones normales de almacenamiento.
- Salud — Una buena fuente de minerales (calcio, fósforo, etc.) que ayudan a promover la recuperación muscular, el crecimiento de masa corporal magra y la salud cardiometabólica y gastrointestinal.



# 3

## Tecnologías de producción y manufactura



ESCRITO POR DR. DAVID CLARK

*Bovina Mountain Consulting, Bovina Mountain, NY*

Los ingredientes de leche deshidratada producidos en los Estados Unidos se manufacturan bajo condiciones muy estrictas de higiene y Buenas Prácticas de Manufactura (GMP). El control regulatorio inicia en la granja lechera en donde los productores de leche deben cumplir con estrictas normas sanitarias cuya efectividad es monitoreada periódicamente a través de visitas de inspectores gubernamentales. Las regulaciones exigen normas que comprenden aspectos como la salud de los rebaños, prácticas veterinarias, construcción y limpieza de las instalaciones en la granja, suministro de agua, utensilios y equipo, el proceso de ordeña e higiene de los trabajadores. Un requisito de crítica importancia es que toda la leche se enfríe rápidamente a 10 °C (50 °F) dentro de las cuatro horas de la primera ordeña y a 7 °C (45 °F) dentro de las dos horas de haber finalizado la ordeña.

La leche es transportada en camiones cisterna que deben portar el permiso adecuado obtenido tras una inspección rigurosa. La limpieza y sanitización frecuentes son un requisito especificado que se debe registrar formalmente.

Las instalaciones de procesamiento están igualmente sujetas a estrictas regulaciones en lo que concierne a la construcción, distribución, idoneidad del equipo, etc. Las instalaciones de procesamiento de leche de EUA estuvieron a la vanguardia en la implementación del Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) y programas de gestión de calidad como los de la Organización Internacional de Normalización (ISO), Safe Quality Food (SQF), etc. Dichos programas ayudan a asegurar la idoneidad y la calidad de los empleados y los procesos desde la obtención y recepción de materias primas hasta el producto final empacado. Como resultado, la Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos (FSMA) no ha sido tan desafiante para los procesadores de lácteos como lo ha sido para otros sectores de la industria alimenticia de EUA que tenían menos práctica en la gestión de calidad que la industria láctea de EUA.

### 3.1 RECEPCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA LECHE

La aceptación de camiones entrantes de leche para descarga en la planta de procesamiento está supeditada a que la leche que llega pase diversas pruebas incluyendo aquellas que demuestran la ausencia de residuos de antibióticos, pH y temperatura. La leche aceptada se descarga en grandes tanques de recepción y se enfría a 7 °C (45 °F). Se presta especial atención a rastrear y trazar cada carga de leche en esta etapa, ya que generalmente múltiples cargas de tanques se mezclan en grandes silos refrigerados de almacenamiento de leche.

Sin importar el producto final —aislado de proteína de leche (MPI), concentrado de proteína de leche (MPC), leche entera en polvo (WMP), leche deshidratada sin grasa (NDM), leche descremada en polvo (SMP) o suero de mantequilla en polvo—, el primer paso implica la extracción de la crema usando separadores centrífugos. El contenido variable de grasa y el requisito subsecuente de estandarización significan que este paso también es necesario al producir WMP. En este último caso, una porción de crema se añade de nuevo a la leche descremada para producir un proceso intermedio con un contenido estandarizado de grasa entre 26–40%. No se permite ninguna otra estandarización de conformidad con las definiciones de productos de EUA para WMP, NDM o suero de mantequilla en polvo. La excepción es la SMP, para la cual no existe una norma de identidad en la regulación de EUA, restringiendo su venta para uso en los Estados Unidos. En lugar de ello, la SMP está definida en el Codex Alimentarius y la SMP fabricada en Estados Unidos es sólo para exportación. La especificación del Codex para leche en polvo difiere de aquella de los Estados Unidos, ya que se permite una estandarización del contenido de proteína igual o mayor

a 34% (con base en los sólidos no grasos de leche) mediante la adición de retentado de leche, permeato de leche o lactosa. Una consecuencia de estas regulaciones es que la NDM producida en EUA generalmente contiene un mayor contenido de proteínas que la SMP producida fuera de Estados Unidos siguiendo la norma del Códex.

La pasteurización es generalmente el siguiente paso en el proceso de todas las leches en polvo. En Estados Unidos, la pasteurización de productos lácteos se define en el Código de Regulaciones Federales (CFR) y debe cumplir con combinaciones específicas de temperatura y tiempo que oscilan entre 63 °C (145 °F) durante 30 minutos para tratamientos por lotes y 135 °C (275 °F) durante 1–2 segundos para procesamiento a ultra-alta temperatura (UHT). En la práctica, los productores estadounidenses de leche en polvo generalmente utilizan un flujo continuo a través de un intercambiador de calor para una pasteurización a 72 °C (161 °F) durante 15 segundos, conocida como pasteurización rápida a alta temperatura (HTST). Se permite que cada estado defina las condiciones de pasteurización pero, como mínimo, deben cumplir con aquellas definidas en el CFR. Por ejemplo, Idaho exige una combinación de temperatura y tiempo de al menos 72.2 °C (162 °F) durante 16 segundos. Tras la pasteurización, con frecuencia se incluye un tiempo adicional de precalentamiento o de retención de calor para ajustar las propiedades funcionales y la vida de anaquel del polvo a fin de que correspondan con el uso final deseado. Este paso térmico adicional se utiliza para controlar el grado de desnaturalización de la proteína del suero de leche y la desactivación de las enzimas lácteas. En el caso de la WMP, dicho

tratamiento de precalentamiento mejora la calidad, pero puede afectar negativamente la solubilidad. Éste es el paso que define el tipo de producto como leche en polvo de temperatura baja, de temperatura media o de temperatura alta.

La homogeneización a alta presión solo es un paso subsecuente necesario en el caso de la fabricación de leche entera en polvo y se incluye para asegurar que los glóbulos grasos grandes se dispersen en finas gotas de grasa estabilizadas por proteínas, de menos de  $1.0 \times \mu\text{m}$  de diámetro.



## 3.2 CONCENTRACIÓN, FRACCIONAMIENTO Y AISLAMIENTO

En la manufactura de NDM, SMP, WMP o suero de mantequilla en polvo, el siguiente paso en la producción implica la concentración. El agua se puede extraer del flujo de leche líquida de manera mucho más eficiente a través de la evaporación al vacío en esta etapa del proceso en lugar de hacerlo durante el secado. Sin duda, el objetivo es concentrar la leche lo más posible antes de alimentarla al secador. En general, esto se logra a través de múltiples ciclos mediante un evaporador al vacío de múltiples etapas (también denominado de múltiple efecto).

En un evaporador moderno al vacío con película descendente, la alimentación del producto se introduce en la parte superior de la etapa donde se distribuye de tal forma que fluye como una película delgada en las paredes internas de múltiples tubos que están suspendidos en una cámara caliente. Bajo presión reducida y temperatura elevada, la película líquida de leche rápidamente comienza a hervir. El vapor de agua se extrae en la parte inferior de los tubos del evaporador, ayudando de este modo a la gravedad para que la película fluya a la base de la etapa. En este punto, el vapor y el concentrado se separan, y el concentrado avanza a la siguiente etapa / ciclo del evaporador. El vapor se condensa y el agua recuperada con frecuencia se recicla. Además, los sistemas de recuperación de calor son comunes en los evaporadores modernos, lo cual mejora aún más la eficiencia.

En el caso de la leche, resulta crítico minimizar la carga térmica sobre el producto durante la fase de concentración del proceso para preservar las

propiedades nutricionales y funcionales. El vacío parcial en el evaporador permite que el vapor se evapore cuando el evaporador funciona a temperaturas moderadas de alrededor de  $50^{\circ}\text{C}$  ( $122^{\circ}\text{F}$ ). El contenido objetivo de sólidos depende del tipo de secador que se utilice. La mayoría de las leches en polvo se produce por secado por atomización, en cuyo caso la evaporación continúa a un contenido de sólidos en el rango de 45–52%. Una mayor concentración eleva la viscosidad a niveles demasiado altos para la mayoría de los secadores por atomización, aunque con boquillas modificadas, las alimentaciones que llegan al 60% de sólidos se han secado con éxito. Si se utiliza un secador de rodillos, es necesario evaporar hasta un contenido de sólidos de 60–65%.

En la manufactura de algunos ingredientes de leche (esto es, MPCs y MPI), el siguiente paso sería un fraccionamiento mediante membrana o proceso de aislamiento. Utilizado comercialmente y de manera extendida por primera vez hace unos 50 años para el procesamiento de suero de leche, el procesamiento mediante membrana ahora se usa ampliamente para la concentración, fraccionamiento y aislamiento seguros y eficientes de la leche y componentes de la leche para la producción comercial de una variedad de ingredientes de alta calidad. En el procesamiento mediante membrana, la leche es circulada bajo una presión aplicada sobre una membrana semipermeable con diversos tamaños de poros para selectivamente concentrar, fraccionar o aislar la leche y los componentes de la leche con base en su tamaño molecular. Los componentes de la leche que son más pequeños que los poros de la membrana pasan y se conocen

como el permeado, y los componentes que son más grandes que los poros de la membrana se conocen como retentado.

Los procesos de filtración mediante membrana utilizados en la producción de ingredientes lácteos (desde el tamaño más pequeño de poros de la membrana hasta el más grande) son la ósmosis inversa (RO), la nanofiltración (NF), la ultrafiltración (UF) y la microfiltración (MF). Debido al muy pequeño tamaño de sus poros, las membranas de la ósmosis inversa solo permiten que el agua de la leche pase a través de la membrana hacia el permeado. Por consiguiente, la ósmosis inversa con frecuencia se utiliza como un paso de pre-concentración antes de la evaporación al vacío de la leche en la manufactura de NDM, SMP o WMP. La nanofiltración (NF) tiene poros un poco más grandes y cuando la leche pasa por las membranas de nanofiltración, el agua y algunos componentes de bajo peso molecular como minerales y nitrógeno no proteico (por ejemplo, urea) irán al permeado. La ultrafiltración (UF) tiene poros que permitirán que la lactosa, el siguiente mayor componente, pase junto con el agua, minerales y nitrógeno no proteico. Como resultado, la UF proporciona un medio para concentrar las macromoléculas de leche (proteína y grasa de la leche entera) o en el caso de la UF de leche descremada, la concentración de proteínas de la leche. Por consiguiente, la UF se ha utilizado para producir una familia de MPCs y MPis con concentraciones de proteína de 40-90% y en donde la

proporción de proteínas-lactosa y la proporción de proteínas-cenizas han aumentado con respecto a estas proporciones en la leche. Sin embargo, debido a que los procesos convencionales de UF concentran todas las proteínas de la leche, la proporción de caseína-proteínas del suero de leche permanece igual que la leche original. Finalmente, la microfiltración (MF) utiliza las membranas de mayor tamaño. Debido a que las micelas de la caseína son mucho más grandes en una escala molecular que las proteínas del suero de leche, la microfiltración de leche descremada da lugar a la permeación de las proteínas del suero de leche, lactosa, minerales, componentes lácteos del nitrógeno no proteico y agua, al tiempo que retiene selectivamente las caseínas de la leche. Como resultado, el retentado deriva en un producto con alto contenido de proteínas y con una proporción selectivamente mayor de caseína-proteínas de suero de leche que la leche.

El retentado de leche de la microfiltración a partir de la concentración y el secado se describe como concentrado de caseína micelar (MCC), proteína de leche microfiltrada o fosfocaseinato nativo. Algunas veces, en el procesamiento mediante membrana se añade otra vez agua potable a los retentados de leche y se reprocesan para extraer aún más la lactosa, minerales solubles y otros constituyentes de bajo peso molecular para purificar aún más las proteínas de la leche en un proceso conocido como diafiltración (DF).

### 3.3 SECADO

A fin de minimizar aún más la carga térmica, el concentrado se enfría después de la evaporación o procesamiento mediante membrana hasta que se acumule suficiente volumen para empezar el secado. El concentrado acumulado se precalienta rápidamente y se alimenta a alta presión en el secador por atomización. El caudal de alimentación se atomiza a partir de la salida de las boquillas del secador o una rueda rotatoria creando una aspersión de pequeñas gotas. El tamaño de las gotas se puede controlar para que esté en el rango de alrededor de 10-500  $\times$ m, aunque generalmente se busca el rango de 100-200  $\times$ m. La temperatura del concentrado durante la atomización es alta, con frecuencia 205°C (400°F). Si bien la temperatura del aire en la cámara de secado es alta, las gotas atomizadas se enfrían muy rápidamente alrededor de 93°C (200°F) dentro de aproximadamente tres metros de eyección de la boquilla en secadores con forma de torre, en parte debido al efecto de enfriamiento del agua que se evapora de la gota. Es importante que las gotas no se sequen demasiado rápido. La extracción demasiado rápida de agua de la superficie de las gotas dará lugar al desarrollo de una costra dura con una menor permeabilidad a la humedad. Este efecto se denomina costra superficial. La costra exterior atrapa la humedad residual

en el núcleo de la partícula y reduce la solubilidad del polvo. En parte para evitar esto, en los secadores modernos por atomización la evaporación de la partícula de polvo húmedo se realiza en una segunda etapa que comprende un lecho fluidizado. Tras este paso, el polvo seco, con un contenido de humedad de 3-4% es tamizado para eliminar cualesquier grumos y por lo general pasa por un imán de tierras raras antes del envasado para asegurar que no haya objetos extraños.

Antes de que el secado por atomización se volviera tan bien desarrollado, el secado con rodillos era un medio popular para secar NDM, WMP o caseinatos. Este método implica aplicar una película de concentrado supercalentado (60-65%) de sólidos de leche de un evaporador de manera uniforme sobre la superficie de grandes tambores rotatorios (-0.61 a 2.7 metros de diámetro, ~0.91 a 6.1 metros de largo) calentados con vapor. Una cantidad significativa de humedad se evapora conforme se aplica el concentrado supercalentado y la humedad restante se elimina a medida que rota el tambor caliente. La nueva película sólida se separa de la superficie de los rodillos mediante una cuchilla y tiene la apariencia de una enorme hoja de papel de seda.



Esta hoja continua se alimenta a un macerador que la corta en hojuelas finas, tras lo cual son transportadas a la línea de envasado. Una desventaja del secado con rodillos es que expone a la leche en polvo a una carga térmica significativamente mayor que el secado por atomización. Si bien los secadores modernos de rodillos producen un producto fácilmente humedecible, los mayores niveles de carga térmica pueden afectar negativamente la solubilidad de la leche en polvo. Además, el calor puede inducir las reacciones de oscurecimiento de Maillard entre la lactosa y la proteína presentes en la leche en polvo. Esto puede ser un problema en los bordes de la película de la leche en polvo en los extremos de los rodillos en donde el grosor de la película es más delgado y es más probable que se sobrecaliente. En general, esta parte de la película se desecha para controlar las puntuaciones de partículas quemadas del producto final. Como resultado, el secado con rodillos de la leche en polvo ahora es menos común. Sigue siendo popular entre los productores de caseinato, ya que este ingrediente es esencialmente libre de lactosa y, por tanto, menos susceptible a las reacciones de Maillard.

### 3.4 INSTANTANEIZACIÓN

Los ingredientes lácteos en polvo designados para aplicaciones donde la dispersibilidad y la solubilidad son atributos funcionales clave pueden someterse a procesamientos post-secado como la aglomeración y la instantaneización. Idealmente, el polvo instantaneizado se produce en línea en las etapas posteriores del proceso de secado. Esto se puede lograr mediante la manipulación de la humedad de las partículas usando menores temperaturas del aire para inducir una aglomeración controlada de las partículas del polvo en el lecho fluidizado. En esta etapa, un agente humectante como la lecitina se puede atomizar sobre las partículas de polvo para mejorar aún más la dispersibilidad.

Sin embargo, algunos secadores no están lo suficientemente equipados para permitir este proceso y, en los casos en los que los polvos deben ser instantaneizados, se requiere un proceso de rehumectación. Este proceso implica la exposición del polvo al aire humidificado, lo cual induce la aglomeración de partículas. Estas aglomeraciones luego se secan en un flujo de aire filtrado caliente y se envasa el producto.

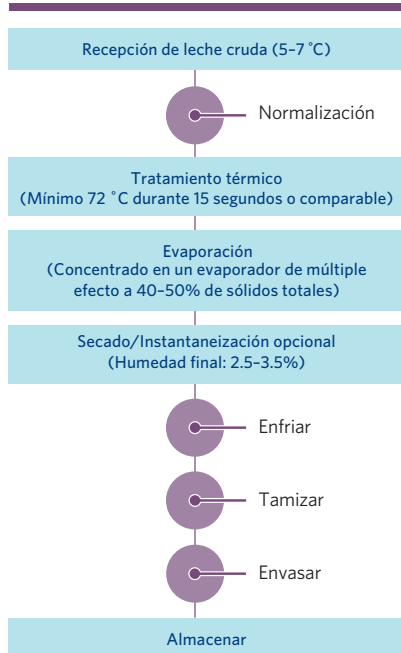
### 3.5 ENVASADO

El área de envasado de las plantas de ingredientes lácteos en polvo presenta el mayor riesgo de contaminación del producto final. Esto se debe a que el producto está momentáneamente expuesto al medio ambiente por primera vez después de pasar por el punto de control crítico final de eliminación microbiológica: la pasteurización.

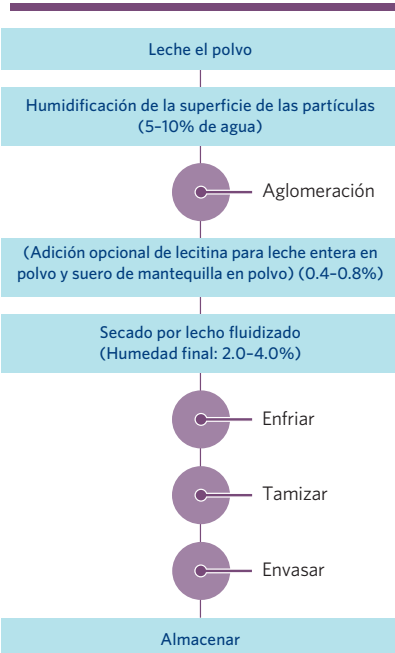
Es esencial tomar medidas estrictas para controlar el riesgo de contaminación en la etapa de envasado. Con este fin, el área de envasado siempre se designa como una zona roja, y el tráfico de empleados que ingresa a esta área es limitado y está estrictamente controlado. Los empleados entran a la zona roja generalmente cruzando una barrera de higiene física después de ponerse ropa para zona roja y tomar medidas adicionales de sanitización. El área de envase por lo general es alimentada con aire filtrado y se

mantiene continuamente bajo presión positiva de aire para evitar la entrada de bacterias que se propagan por el aire. Los empleados que trabajan en el área de envasado están especialmente capacitados y medidas como herramientas dedicadas para la zona roja limitan aún más que el riesgo de contaminación se introduzca desde el exterior del área. La mayoría de la leche en polvo se envasa en bolsas de papel Kraft con recubrimientos internos de polietileno o en bolsas grandes.

**Figura 3.1**  
**Producción básica de leche en polvo**



**Figura 3.2**  
**Proceso de instantaneización-rehumidificación**



**Figura 3.3**  
**Proceso directo de instantaneización**



# 4

## Definiciones, Composición y Usos



## 4.1 LECHE DESHIDRATADA SIN GRASA, LECHE DESCREMADA EN POLVO

Si bien los términos leche deshidratada sin grasa (NDM) y leche descremada en polvo (SMP) se utilizan en este manual y con frecuencia en la industria, los términos de hecho están definidos por dos conjuntos diferentes de regulaciones y autoridades (FDA/USDA y Codex Alimentarius). Además, las regulaciones de los gobiernos individuales pueden diferir. Por favor consulte las regulaciones locales para toda la información relevante al comprar leches en polvo y para efectos de etiquetado.

### Definición del producto

La leche deshidratada sin grasa (NDM), como la define el Código de Regulaciones Federales (CFR), se obtiene extrayendo el agua de la leche descremada pasteurizada. Contiene 5% o menos humedad (por peso) y 1.5% o menos grasa butírica (por peso) a menos que se indique lo contrario. Al eliminar la humedad en la mayor cantidad posible, se evita el crecimiento microbiano. La NDM se clasifica para uso como ingrediente de acuerdo con el tratamiento térmico empleado en su manufactura. Existen tres clasificaciones principales: temperatura alta (menos soluble), temperatura media y temperatura baja (más soluble).

Las leches deshidratadas sin grasa grado extra se pueden fabricar a través de secado con rodillos o secado por atomización, siendo este último el más común. Las leches deshidratadas sin grasa secadas por atomización están disponibles en dos formas:

1. Normal o no aglomerada (no instantánea)
2. Aglomerada (instantánea)

El Codex Alimentarius describe las leches en polvo y la crema en polvo como productos lácteos que se pueden obtener mediante la extracción parcial de agua de la leche o crema. El contenido de grasa y/o proteína de la leche o crema se puede haber ajustado para cumplir con los requisitos de composición de la norma, pero la adición y/o eliminación de constituyentes lácteos se debe haber hecho de tal forma que no altere la proporción de proteína de suero de leche-caseína de la leche que se esté ajustando. El retentado de leche, el permeado de leche y la lactosa se permiten para efectos de ajuste de proteínas.

La norma del Codex Alimentarius establece criterios de composición para la leche descremada en polvo (SMP), los cuales son:

- Grasa butírica máxima: 1.5% m/m
- Agua máxima(a): 5% m/m
- Proteína mínima en sólidos no grasos de leche (a): 34% m/m

<sup>(a)</sup> El contenido de agua no incluye el agua de la cristalización de la lactosa; el contenido de sólidos no grasos de leche incluye el agua de la cristalización de la lactosa.

La norma de la SMP también establece disposiciones para el uso de aditivos:

- Estabilizadores (citratos de sodio y de potasio, no más de 5 g/kg)
- Agentes endurecedores (cloruro de potasio y cloruro de calcio, limitados por las Buenas Prácticas de Manufactura)
- Reguladores de acidez (5 g/kg), emulsificadores (lecitinas, limitados por las Buenas Prácticas de Manufactura; mono y diglicéridos de ácidos grasos, 2.5 g/kg), agentes antiaglutinantes y antioxidantes.

Las leches en polvo también deben cumplir con los límites máximos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius. En su Anexo, la norma hace referencia a factores adicionales de calidad y métodos de análisis recomendados por International Dairy Federation.



Tabla 1: Composición típica de la leche sin grasa y la leche descremada en polvo

<b>Proteínas</b>	34.0-36.0%
<b>Lactosa</b>	51%
<b>Grasas</b>	0.7-1.5%
<b>Cenizas</b>	8.2-8.5%
<b>Humedad</b>	
• No instantánea	3.0-4.0%
• Instantánea	3.5-4.5%
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO TÍPICO</b>	
<b>Recuento en placa estándar</b>	<10,000 cfu/g*
<b>Coliformes</b>	10/g (max)
<b><i>E. coli</i></b>	Negativo
<b><i>Salmonella</i></b>	Negativo
<b><i>Listeria</i></b>	Negativo
<b>Estafilococos coagulasa positiva</b>	Negativo

<b>OTRAS CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>Contenido de partículas quemadas</b>	
• Secado por atomización	7.5-15.0 mg
• Secado con rodillos	22.5 mg
<b>Acidez titulable</b>	0.14-0.15%
<b>Índice de solubilidad</b>	
• Instantánea	1.0 mL
• Secado por atomización, temperatura baja	1.2 mL
• Temperatura alta	2.0 mL
• Secado con rodillos	15.0 mL
<b>Color</b>	Color blanco a crema claro
<b>Sabor</b>	Sabor lácteo agradable y limpio

\*Grado extra

Tabla 2: Composición nutricional típica de la leche deshidratada sin grasa (sin adición de vitaminas A y D)

<b>NUTRIENTE</b>	<b>LECHE DESHIDRATADA SIN GRASA, NORMAL, POR 100 G</b>	<b>LECHE DESHIDRATADA SIN GRASA, INSTANTÁNEA, POR 100 G</b>
<b>Agua</b>	3.16 g	3.96 g
<b>Energía</b>	1516 kJ (362 kcal)	1498 kJ (358 kcal)
<b>Proteínas</b>	36.16 g	35.10 g
<b>Lípidos (grasa, total)</b>	0.77 g	0.72 g
<b>Cenizas</b>	7.93 g	8.03 g
<b>Carbohidratos (por diferencia)</b>	51.98 g	52.19 g
<b>Fibra, dietética total</b>	-	-
<b>Azúcares, total</b>	51.98 g	52.19 g
<b>MINERALES</b>		
<b>Calcio</b>	1257 mg	1231 mg
<b>Hierro</b>	0.32 mg	0.31 mg
<b>Magnesio</b>	110 mg	117 mg
<b>Fósforo</b>	968 mg	985 mg
<b>Potasio</b>	1794 mg	1705 mg
<b>Sodio</b>	535 mg	549 mg
<b>Zinc</b>	4.08 mg	4.41 mg
<b>Cobre</b>	0.041 mg	0.041 mg
<b>Manganeso</b>	0.020 mg	0.020 mg
<b>Selenio</b>	27.3 µg	27.3 µg

<b>VITAMINAS</b>		
Vitamina C, ácido ascórbico total	6.8 mg	5.6 mg
Tiamina	0.415 mg	0.413 mg
Riboflavina	1.550 mg	1.74 mg
Niacina	0.951 mg	0.891 mg
Ácido pantoténico	3.568 mg	3.230 mg
Vitamina B6	0.361 mg	0.345 mg
Folato, total	50 µg	50 µg
Vitamina B12	4.03 µg	3.99 µg
Vitamina A, equivalentes de actividad de retinol (EAR)	6 µg	4 µg
Vitamina D	-	-
Vitamina E	-	0.01 mg
Vitamina K	0.1 µg	-
<b>LÍPIDOS</b>		
Saturados, total	0.499 g	0.470 g
Monoinsaturados, total	0.201 g	0.190 g
Poliinsaturados, total	0.030 g	0.030 g
Colesterol	20 mg	18 mg
<b>AMINOÁCIDOS</b>		
Triptófano	0.510 g	0.495 g
Treonina	1.632 g	1.584 g
Isoleucina	2.188 g	2.124 g
Leucina	3.542 g	3.438 g
Lisina	2.868 g	2.784 g
Metionina	0.907 g	0.880 g
Cistina	0.334 g	0.325 g
Fenilalanina	1.746 g	1.694 g
Tirosina	1.746 g	1.694 g
Valina	2.420 g	2.349 g
Arginina	1.309 g	1.271 g
Histidine	0.981 g	0.952 g
Alanine	1.247 g	1.210 g
Ácido aspártico	2.743 g	2.663 g
Ácido glutámico	7.572 g	7.350 g
Glicina	0.765 g	0.743 g
Prolina	3.503 g	3.400 g
Serina	1.967 g	1.909 g

Tabla 3: Composición nutricional típica de la leche deshidratada sin grasa (con adición de vitaminas A y D)

<b>NUTRIENTE</b>	<b>LECHE DESHIDRATADA SIN GRASA, NORMAL, POR 100 G</b>	<b>LECHE DESHIDRATADA SIN GRASA, INSTANTÁNEA, POR 100 G</b>
Agua	3.16 g	3.96 g
Energía	1516 kJ (362 kcal)	1499 kJ (358 kcal)
Proteínas	36.16 g	35.1 g
Lípidos (grasa, total)	0.77 g	0.72 g
Cenizas	7.93 g	8.03 g
Carbohidratos (por diferencia)	51.98 g	52.19 g
Fibra, dietética total	-	-
Azúcares, total	51.98 g	52.19 g
<b>MINERALES</b>		
Calcio	1257 mg	1231 mg
Hierro	0.32 mg	0.31 mg
Magnesio	110 mg	117 mg
Fósforo	968 mg	985 mg
Potasio	1794 mg	1705 mg
Sodio	535 mg	549 mg
Zinc	4.08 mg	4.41 mg
Cobre	0.041 mg	0.041 mg
Manganeso	0.02 mg	0.02 mg
Selenio	27.3 µg	27.3 µg
<b>VITAMINAS</b>		
Vitamina C, ácido ascórbico total	6.8 mg	5.6 mg
Tiamina	0.415 mg	0.413 mg
Riboflavina	1.55 mg	1.744 mg
Niacina	0.951 mg	0.891 mg
Ácido pantoténico	3.568 mg	3.235 mg
Vitamina B6	0.361 µg	0.345 mg
Folato, total	50 µg	50 µg
Vitamina B12	4.03 µg	3.99 µg
Vitamina A, equivalentes de actividad de retinol (EAR)	653 µg	709 µg
Vitamina A, UI	2179 IU	2365 IU
Vitamina E	-	0.01 µg
Vitamina D3 IU	11 µg	11 µg
Vitamina D	440 IU	440 IU
Vitamina K	0.1 µg	-

<b>LÍPIDOS</b>		
<b>Saturados, total</b>	0.499 g	0.467 g
<b>Monoinsaturados, total</b>	0.2 g	0.187 g
<b>Poliinsaturados, total</b>	0.03 g	0.028 g
<b>Colesterol</b>	20 mg	18 mg
<b>AMINOÁCIDOS</b>		
<b>Triptófano</b>	0.51 g	0.495 g
<b>Treonina</b>	1.632 g	1.584 g
<b>Isoleucina</b>	2.188 g	2.124 g
<b>Leucina</b>	3.542 g	3.438 g
<b>Lisina</b>	2.868 g	2.784 g
<b>Metionina</b>	0.907 g	0.88 g
<b>Cistina</b>	0.334 g	0.325 g
<b>Fenilalanina</b>	1.746 g	1.694 g
<b>Tirosina</b>	1.746 g	1.694 g
<b>Valina</b>	2.42 g	2.349 g
<b>Arginina</b>	1.309 g	1.271 g
<b>Histidina</b>	0.981 g	0.952 g
<b>Alanina</b>	1.247 g	1.21 g
<b>Ácido aspártico</b>	2.743 g	2.663 g
<b>Ácido glutámico</b>	7.572 g	7.35 g
<b>Glicina</b>	0.765 g	0.743 g
<b>Prolina</b>	3.503 g	3.4 g
<b>Serina</b>	1.967 g	1.909 g

## Envasado

Bolsa de papel Kraft de varias capas, cosida o pegada, con revestimiento interno de polietileno. Sin grapas ni cierres metálicos.

- Peso neto: 25.0 kg
- Peso bruto: 25.2-25.45 kg

También disponible en cartón corrugado recubierto con plástico o en cubetas de aluminio.

## Almacenamiento

Transportar y almacenar en un ambiente fresco y seco a temperaturas inferiores a 27°C (81 °F) y una humedad relativa inferior a 65%. La vida de anaquel de la leche en polvo descremada no instantánea es 12-18 meses; de la instantánea es 6-12 meses. Cabe señalar que la vida de almacenamiento depende mucho de las condiciones de almacenamiento y esta cifra es sólo una guía.

Bajo condiciones ideales, la leche en polvo descremada no instantánea puede conservar sus propiedades físicas y funcionales durante al menos dos años. Sin embargo, la calidad se verá afectada si las temperaturas y la humedad son demasiado altas y el almacenamiento es prolongado.

### Aplicaciones típicas

La leche deshidratada sin grasa y la leche descremada en polvo se utilizan en repostería, confitería, lácteos, productos cárnicos y mezclas preparadas como:

- Una fuente económica de sólidos no grasos de leche.
- Una fuente de sólidos lácteos de temperatura alta, importante para un buen volumen de las hogazas de pan.
- Una fuente de sólidos lácteos de temperatura baja, importante para optimizar las propiedades sensoriales de los alimentos y bebidas lácteas.
- Un ingrediente lácteo fácil de transportar y de almacenar.

**Tabla 4: Principales usos en EUA de la NDM y SMP (2016)**

<b>Industria láctea</b>	57.8%
<b>Industria de la confitería</b>	22.5%
<b>Industria de la repostería</b>	5.1%
<b>Mezclas deshidratadas preparadas y mezclas deshidratadas</b>	2.9%
<b>Fórmula infantil</b>	1.6%
<b>Todos los demás usos</b>	10.1%

### Selección del tratamiento térmico para productos lácteos recombinados

El índice de nitrógeno proteico de la proteína del suero de leche (WPNI) indica el grado de desnaturalización térmica de las proteínas del suero de leche y es una indicación del tratamiento térmico aplicado a la leche antes del secado. Está definido como la cantidad, en mg, de nitrógeno proteico de la proteína del suero de leche no desnaturalizado restante en 1 g de leche descremada en polvo.

Para que se clasifique como de temperatura baja, un polvo debe tener un WPNI de no menos de 6 mg/g. Un polvo de temperatura alta tendrá un WPNI de menos de 1.5 mg/g. El WPNI de un polvo de temperatura media estará en el rango de 1.51-5.99 mg/g. La clasificación térmica no se aplica a la leche entera en polvo, para la cual se aplica el tratamiento de precalentamiento para desarrollar antioxidantes que preservarán el sabor de la leche.

**Tabla 5: Clasificación del tratamiento térmico de las leches en polvo**

<b>CLASE</b>	<b>ÍNDICE DE NITRÓGENO PROTEICO DE LA PROTEÍNA DEL SUERO DE LECHE</b>
<b>Temperatura baja</b>	> 6.0 mg/g
<b>Temperatura media</b>	1.51-5.99 mg/g
<b>Temperatura alta</b>	< 1.5 mg/g

La clasificación típica del tratamiento térmico es una herramienta útil para los procesadores. Para aplicaciones de repostería, el uso de polvo de temperatura alta es importante, mientras que para la manufactura de quesos duros y semiduros, un tratamiento de temperatura baja es crítico. Sin embargo, otros factores importantes pueden influir en la viscosidad y las características de otros productos recombinados como las leches condensadas endulzadas.

Uno de estos factores es el contenido real de proteínas, o la proporción de proteínas-lactosa del polvo usado. Un mayor contenido de proteínas en el polvo puede aumentar significativamente la viscosidad de las leches condensadas endulzadas, por ejemplo.

Además, se debe considerar la cantidad total de proteínas no desnaturalizadas (en función del contenido de proteínas y el tratamiento térmico). Los procesadores pueden ser capaces de ajustar su formulación (modificar la proporción de proteínas-lactosa) para obtener la viscosidad final deseada, en lugar de depender sólo de la clasificación del tratamiento térmico. Para productos lácteos condensados, los consumidores prefieren rangos específicos de viscosidad, los cuales varían por país dependiendo del uso final de los productos. Los usuarios industriales también pueden especificar los rangos de viscosidad cuando el producto condensado es un ingrediente para un procesamiento posterior. Las variables del proceso y las formulaciones del producto se pueden adaptar para permitir a los usuarios finales utilizar una variedad de leches en polvo. Los proveedores pueden proporcionar orientación y generalmente se recomiendan pruebas piloto.

**Tabla 6: Usos recomendados en función del tratamiento térmico**

<b>Temperatura baja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fortificación de leche líquida</li> <li>Queso cottage</li> <li>Yogurt y leche fermentada</li> <li>Helados y postres congelados</li> <li>Bebidas lácteas de chocolate y saborizadas</li> <li>Productos lácteos</li> </ul>	<b>Temperatura media</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Helados</li> <li>Confitería</li> <li>Productos cárnicos</li> <li>Mezclas deshidratadas</li> </ul>
		<b>Temperatura alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Productos de repostería</li> <li>Productos cárnicos</li> <li>Mezclas deshidratadas</li> <li>Helados</li> </ul>

**Tabla 7: Beneficios por aplicación y tratamiento térmico**

<b>APLICACIÓN</b>	<b>TIPO DE LECHE EN POLVO</b>	<b>BENEFICIO</b>
<b>Leche recombinada pasteurizada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura baja o temperatura media</li> <li>Temperatura alta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Producirá el sabor más fresco</li> <li>Cuando se desea un sabor "cocinado"</li> </ul>
<b>Leche de vida de anaquel extendida (ESL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura baja o temperatura media</li> <li>Temperatura alta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Producirá el sabor más fresco</li> <li>Cuando se desea un sabor "cocinado"</li> </ul>
<b>Leche UHT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura baja o temperatura media</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para preservar el sabor y evitar la formación de depósitos en los equipos de tratamiento térmico de la planta</li> </ul>
<b>Leche esterilizada con autoclave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura baja o temperatura media</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simplicidad y flexibilidad de procesamiento</li> </ul>
<b>Leche evaporada recombinada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura baja o temperatura media</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recomendada para procesos de flujo continuo</li> </ul>
<b>Leche condensada endulzada recombinada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura baja o temperatura media</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La viscosidad del producto final se relaciona con el tratamiento térmico (aumenta con el tratamiento térmico aplicado), pero otros factores pueden influir mucho en esta regla general (contenido de proteínas, minerales, etc.) Consulte al proveedor para consejos</li> </ul>
<b>Productos mezclados (que contengan suero de leche, grasa vegetal)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura baja o temperatura media</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La viscosidad se controla con hidrocoloides, control de minerales u otros medios</li> </ul>
<b>Leches fermentadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura baja, temperatura media o temperatura alta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El tratamiento térmico de la leche del yogurt antes de la fermentación se puede reducir al usar leche en polvo de temperatura alta</li> </ul>
<b>Quesos frescos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura baja, temperatura media o temperatura alta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ajustar el proceso en función de la leche en polvo seleccionada</li> </ul>
<b>Otros quesos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura baja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La estandarización de la leche y la extensión de la leche del queso es la práctica de manufactura más común</li> </ul>

## 4.2 LECHE ENTERA DESHIDRATADA, LECHE ENTERA EN POLVO

Si bien los términos leche entera deshidratada (DWM) y leche entera en polvo (WMP) se utilizan en este manual y con frecuencia en la industria, los términos de hecho están definidos por dos conjuntos diferentes de regulaciones y autoridades (FDA/USDA y Codex Alimentarius). Además, las regulaciones de los gobiernos individuales pueden diferir. Por favor consulte las regulaciones locales para toda la información relevante al comprar leches en polvo y para efectos de etiquetado.

## Definición del producto

La leche entera deshidratada (DWM) por lo general se obtiene extrayendo el agua de la leche entera homogeneizada pasteurizada. También se puede obtener mezclando leche líquida, condensada o descremada en polvo con crema líquida o crema deshidratada o con leche líquida, condensada o deshidratada, siempre y cuando la composición de la leche entera en polvo cumpla con las Normas Federales de EUA. La leche entera deshidratada debe contener entre 26% y 40% de grasa butírica (por peso) en un estado "tal cual" y no más de 5.0% de humedad (por peso o por sólidos no grasos de leche (MSNF) . Al eliminar la humedad en la mayor cantidad posible, se evita el crecimiento microbiano.

Las leches enteras deshidratadas grado extra están disponibles en forma secada con rodillo o secada por atomización, siendo esta última la más común. La fortificación con vitaminas y minerales también es una opción.

El Codex Alimentarius, en su Norma 207-1999, describe las leches en polvo y la crema en polvo como productos lácteos que se pueden obtener a través de la extracción parcial de agua de la leche o crema. El contenido de grasas y/o proteínas se puede ajustar para cumplir con los requisitos de composición de la norma, pero la adición y/o extracción de constituyentes lácteos se debe hacer de tal forma que no altere la proporción de proteínas del suero de leche-caseína de la leche que se esté ajustando. El retentado de leche, el permeato de leche y la lactosa se permiten para efectos de ajuste de proteínas.

## Envasado

Bolsa de papel Kraft de varias capas, cosida o pegada, con revestimiento interno de polietileno. Sin grapas ni cierres metálicos.

- Peso neto: 25.0 kg
- Peso bruto: 25.2–25.45 kg

También disponible en cartón corrugado recubierto con plástico o en cubetas de aluminio.

## Almacenamiento

Transportar y almacenar en un ambiente fresco y seco a temperaturas inferiores a 27°C (81 °F) y una humedad relativa inferior a 65%. Usar dentro de 6–9 meses. Cabe señalar que la vida de almacenamiento depende mucho de las condiciones de almacenamiento y esta cifra es solo una guía. La grasa butírica es susceptible a reacciones de oxidación que se aceleran con una mayor temperatura. En particular, la calidad del sabor se ve afectada si las temperaturas son demasiado altas y el almacenamiento es prolongado.

## Aplicaciones típicas

La leche entera deshidratada y la leche entera en polvo se utilizan en repostería, confitería, lácteos, mezclas preparadas, salsas y sopas como:

- Una fuente económica de sólidos lácteos, incluyendo grasa butírica.
- Una forma práctica de leche nutritiva que no requiere refrigeración y se reconstituye fácilmente.
- Un ingrediente lácteo fácil de transportar y almacenar.

**Tabla 8: Composición típica de la leche entera deshidratada, leche entera en polvo**

<b>Proteínas</b>	26.0–26.8%
<b>Lactosa</b>	37.0–38.0%
<b>Grasa</b>	27%
<b>Cenizas</b>	6.0%
<b>Humedad</b>	2.0–3.0%
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO TÍPICO</b>	
<b>Recuento estándar en placa</b>	<10,000 cfu/g*
<b>Coliformes</b>	10 cfu/g (max)
<b><i>E. coli</i></b>	Negativo
<b><i>Salmonella</i></b>	Negativo
<b><i>Listeria</i></b>	Negativo
<b><i>Estafilococos coagulosa positiva</i></b>	<10 cfu/g

## OTRAS CARACTERÍSTICAS

### Contenido de partículas quemadas

- |                          |             |
|--------------------------|-------------|
| • Secado por atomización | 22.5 mg     |
| • Secado con rodillos    | 32.5 mg     |
| • Acidez titulable       | 0.17% (max) |
| • Secado por atomización |             |
| • Secado con rodillos    |             |

### Índice de solubilidad

- |                          |         |
|--------------------------|---------|
| • Secado por atomización | 1.5 mL  |
| • Secado con rodillos    | 15.0 mL |

**Color** Color blanco a crema claro

**Sabor** Sabor lácteo agradable y limpio

\*Grado extra

**Tabla 9: Principales usos en EUA de la leche entera deshidratada (2016)**

<b>Industria de la confitería</b>	76.5%	<b>Industria de la repostería</b>	3.9%
<b>Ingredientes para cubrir postres</b>	9.5 %	<b>Industria láctea</b>	2.9%
<b>Fórmula infantil</b>	4.1%	<b>Chocolate Caliente</b>	1.4%
		<b>Todos los demás usos</b>	1.7%

## 4.3 SUERO DE MANTEQUILLA DESHIDRATADO

### Definición del producto

El suero de mantequilla deshidratado se obtiene extrayendo el agua del suero de mantequilla líquido que se obtuvo de batir la crema para hacer mantequilla y pasteurizado antes del condensado. Contiene 5% o menos de humedad (por peso) y 4.5% o más de grasa butírica (por peso). El suero de mantequilla deshidratado debe tener un contenido de proteínas de no menos de 30%. No puede contener ni ser derivado de la leche en

polvo descremada, suero de leche deshidratado o productos distintos al suero de mantequilla, y no puede contener conservadores, agentes neutralizantes ni otros químicos. Al eliminar la humedad en la mayor cantidad posible, se evita el crecimiento microbiano.

Los sueros de mantequilla deshidratados grado extra están disponibles en forma secada con rodillos o secada por atomización.

### Envasado

Bolsa de papel Kraft de varias capas, cosida o pegada, con revestimiento interno de polietileno. Sin grapas ni cierres metálicos.

- Peso neto: 25.0 kg
- Peso bruto: 25.2-25.45 kg

También disponible en cartón corrugado recubierto con plástico o en cubetas de aluminio.

Transportar y almacenar en un ambiente fresco y seco a temperaturas inferiores a 27°C (81 °F) y una humedad relativa inferior a 65%. Usar dentro de 6-9 meses. Cabe señalar que la vida de almacenamiento depende mucho de las condiciones de almacenamiento y esta cifra es sólo una guía. El suero de mantequilla contiene grasa butírica y una alta proporción de fosfolípidos. La calidad del sabor puede verse afectada si el producto se almacena a temperaturas demasiado elevadas por mucho tiempo.

### Almacenamiento

**Tabla 10: Composición típica del suero de mantequilla deshidratado**

COMPOSICIÓN TÍPICA		OTRAS CARACTERÍSTICAS	
<b>Proteínas</b>	32.0-34.4%	<b>Contenido de partículas quemadas</b>	
<b>Lactosa</b>	48.0-48.5%	• Secado por atomización	Menos de 15 mg
<b>Grasas</b>	5.0-6.5%	• Secado con rodillos	Menos de 22.5 mg
<b>Cenizas</b>	8.4-8.5%	<b>Acidez titulable</b>	0.10-0.18%
<b>Humedad</b>	3.0-4.0%	<b>Índice de solubilidad</b>	
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO TÍPICO</b>		• Secado por atomización	1.25 mL
<b>Recuento estándar en placa</b>	20,000 cfu/g*	• Secado con rodillos	15.0 mL
<b>Coliformes</b>	10 cfu/g (maximum)	<b>Color</b>	Color crema uniforme a oscuro
<b><i>E. coli</i></b>	Negativo	<b>Sabor</b>	Sabor lácteo dulce agradable y limpio
<b><i>Salmonella</i></b>	Negativo		
<b><i>Listeria</i></b>	Negativo		
<b><i>Estafilococos coagulasa positiva</i></b>	Negativo		

\*Grado extra



## Aplicaciones típicas

El suero de mantequilla deshidratado se utiliza en repostería, confitería, lácteos, salsas y sopas como:

- Una fuente económica de sólidos lácteos, incluyendo grasa butírica.
- Una forma práctica de suero de mantequilla que no requiere refrigeración y se reconstituye fácilmente.
- Un ingrediente lácteo que se transporta y almacena fácilmente.

**Tabla 11: Composición típica de la leche en polvo y el suero de mantequilla en polvo (%)**

	LECHE DESCREMADA EN POLVO	LECHE ENTERA EN POLVO	SUERO DE MANTEQUILLA EN POLVO
<b>Proteínas</b>	34.0-37.0	24.5-27.0	32.0-34.5
<b>Lactosa</b>	49.5-52.0	36.0-38.5	46.5-49.0
<b>Grasas</b>	0.6-1.25	26.0-28.5	>4.5% Suero de mantequilla <4.5% De producto de suero de mantequilla
<b>Cenizas</b>	8.2-8.6	5.5-6.5	-
<b>Humedad</b>		5.5-6.5	
<b>(no instantánea)</b>	3.0-4.0	2.0-4.5	3.0-4.0
<b>(instantánea)</b>	3.5-4.5		

**Tabla 12: Usos principales en EUA de los sólidos de suero de mantequilla (2016)**

<b>Industria láctea</b>	53.1%
<b>Mezclas deshidratadas preparadas y mezclas deshidratadas</b>	22.0%
<b>Industria de la repostería</b>	12.1%
<b>Industria de la confitería</b>	5.0 %
<b>Todos los demás usos</b>	7.8%

## 4.4 CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE LECHE Y AISLADO DE PROTEÍNA DE LECHE

### Definición del producto

El concentrado de proteína de leche (MPC) y el aislado de proteína de leche (MPI) se obtienen a través de la extracción parcial de los constituyentes no proteicos (lactosa y minerales) de la leche descremada. Los MPCs están disponibles en un rango de niveles de proteínas —desde 42% hasta 85%— y las ofertas típicas son 42%, 56%, 70%, 75%, 80% y 85%. Cada una está identificada con un número que representa el contenido de proteínas del producto (por ejemplo, MPC 42 contiene 42% de proteínas por peso). El contenido de proteínas y de lactosa de los MPCs están inversamente relacionados: a mayor contenido de proteínas, menor contenido de lactosa.

El MPC 42 contiene 42% de proteínas y 46% de lactosa, en tanto que el MPC 85 contiene 85% de proteínas y 3.2% de lactosa. El MPI generalmente contiene 85% de proteínas y menos niveles de lactosa que los MPCs.

El MPC y el MPI se pueden producir por filtración (microfiltración, ultrafiltración o diafiltración), diálisis o cualquier otro proceso inocuo y apropiado en el que se extraiga toda o parte de la lactosa.

Tanto el MPC como el MPI están disponibles en forma secada por atomización.

## Envasado

Bolsa de papel Kraft de varias capas, cosida o pegada, con revestimiento interno de polietileno. Sin grapas ni cierres metálicos.

- Peso neto: 20.0–25.0 kg

También disponible en cubetas con revestimiento de plástico.

## Almacenamiento

Transportar y almacenar en un ambiente fresco y seco a temperaturas inferiores a 27°C (81 °F) y una humedad relativa inferior a 65%. Usar dentro de 18 meses. Cabe señalar que la vida de almacenamiento depende mucho de las condiciones de almacenamiento y esta cifra es sólo una guía.

**Tabla 13: Composición típica del MPC, MPI**

	MPC 42	MPC 56	MPC 70	MPC 85	MPI	MÉTODO DE PRUEBA
<b>Proteínas %</b>	42.0	56.0	70.0	85.0	>89.5	AOAC 991.20 o Métodos Estándar 15.131
<b>Grasas %</b>	1.0	1.1	1.2	1.4	<1	AOAC 989.05 o Métodos Estándar 15.086
<b>Lactosa %</b>	47.0	32.0	18.0	3.2	<10	Métodos Estándar 15.091 o por diferencia
<b>Cenizas %</b>	6.5	6.8	6.8	6.6	6.0	AOAC 945.46 o Métodos Estándar 15.041
<b>Humedad %</b>	3.5	4.1	4.0	3.8	5	AAOAC 927.05 o Métodos Estándar 15.111

**Tabla 14: Composición típica del MPC y MPI comercialmente disponibles**

PRODUCTO	PROTEÍNAS %	GRASAS %	LÁCTOSA %	CENIZAS %	HUMEDAD %
<b>MPC 40</b>	39.5 mín	1.25 máx	52.0 máx	10.0 máx	5.0 máx
<b>MPC 42</b>	41.5 mín	1.25 máx	51.0 máx	10.0 máx	5.0 máx
<b>MPC 56</b>	55.5 mín	1.50 máx	36.0 máx	10.0 máx	5.0 máx
<b>MPC 70</b>	69.5 mín	2.50 máx	20.0 máx	10.0 máx	6.0 máx
<b>MPC 80</b>	79.5 mín	2.50 máx	9.0 máx	8.0 máx	6.0 máx
<b>MPC 85</b>	85.0 mín*	2.50 máx	8.0 máx	8.0 máx	6.0 máx
<b>MPI</b>	89.5 mín*	2.50 máx	5.0 máx	8.0 máx	6.0 máx

\*El contenido de proteínas  $\geq 85.0\%$  se reporta en un estado deshidratado, todos los demás parámetros se reportan en un estado tal cual."

**Tabla 15: Análisis microbiológico típico del MPC, MPI**

<b>Recuento estándar en placa</b>	<30,000 cfu/g*
<b>Coliformes</b>	10/g (max)
<b>E. coli</b>	<10 cfu/g
<b>Salmonella</b>	Negativo/375 g
<b>Listeria</b>	Negativo/25 g
<b>Staphylococcus aureus</b>	<10 cfu/g
<b>Plomo</b>	<1 ppm

\*Grado extra

## Aplicaciones típicas

El concentrado de proteína de leche se utiliza en productos de reemplazo alimenticio, bebidas nutricionales en polvo, barras nutritivas, bebidas lácteas, yogurt y productos lácteos fermentados, postres congelados, confitería y cubiertas de chocolate, aderezos de ensaladas, sopas y salsas como:

- Una fuente de proteínas de alta calidad
- Un agente espesante
- Un estabilizador y reemplazo de grasas

**Tabla 16: Principales usos en EUA de los concentrados de proteína de leche (2016)**

<b>Nutrición general</b>	29.5%	<b>Mezclas deshidratadas preparadas y mezclas deshidratadas</b>	12.3%
<b>Industria láctea</b>	18.5%	<b>Industria de la confitería</b>	7.7%
<b>Industria de la repostería</b>	14.5%	<b>Todos los demás usos</b>	4.3%
<b>Polvos para nutrición deportiva</b>	13.2%		

**Tabla 17: Niveles típicos de incorporación para MPC y MPI**

CATEGORÍA DE ALIMENTOS	APLICACIÓN	FUNCIÓN	MPC 42	MPC 56	MPC 70	MPC 80	MPC 85	MPI 90
<b>Productos nutritivos</b>	Reemplazos alimenticios y suplementos alimenticios (sin carne ni pollo)	Emulsificación, estabilidad térmica Fuente de proteínas de alta calidad, sabor	5-10%	5-10%	5-10%	5-10%	5-10%	5-10%
	Bebidas nutritivas en polvo	Fuente de proteínas de alta calidad, atractivo organoléptico	Hasta 50%	Hasta 50%	50-80%	50-80%	50-80%	50-90%
	Barras nutritivas	Fuente de proteínas de alta calidad, cohesión, flexibilidad, control de masticabilidad	5-10%	5-10%	5-10%	5-10%	5-10%	5-10%
	Alimentos y bebidas para niños	Fuente de proteínas de alta calidad, estabilidad térmica	5-10%	5-10%	5-10%	5-10%	5-10%	5-10%
<b>Productos lácteos y productos basados en lácteos</b>	Bebidas lácteas	Estabilidad de la sedimentación, enriquecimiento de proteínas, textura en boca	5-15%	5-15%	5-15%	5-15%	5-15%	5-15%
	Yogurt y productos lácteos fermentados	Texturizador, espesante	< 5%	< 5%	< 5%	< 5%	< 5%	< 5%
	Productos de queso no estandarizados	Texturizador, espesante, estabilización de grasas	1-10%	1-10%	1-10%	1-10%	1-10%	1-10%
	Untables, dips y sustitutos de crema	Textura en boca, reemplazo de grasas	1-10%	1-10%	1-10%	1-10%	1-10%	1-10%
	Postres congelados	Estabilización, emulsificación	1-10%	1-10%	1-10%	1-10%	1-10%	1-10%
<b>Productos basados en azúcar</b>	Postres y mousses	Formación de espuma, reducción de contenido de lactosa	<5%	<5%	<5%	<5%	<5%	<5%
	Confitería de chocolate	Fuente de lactosa, textura en boca, sabor lácteo	1-10%	1-10%	1-10%	N/A	N/A	N/A
	Botanas, cubiertas y rellenos	Portador de sabor, sabor lácteo, textura	1-10%	1-10%	1-10%	N/A	N/A	N/A
<b>Aderezos</b>	Aderezos de ensaladas	Emulsificación, sabor	<5%	<5%	<5%	<5%	<5%	<5%
<b>Otros</b>	Sopas y salsas	Reducción de estabilizador, sabor lácteo, cremosidad	2-10%	2-10%	2-10%	2-10%	2-10%	2-10%

## 4.5 CONCENTRADO DE CASEÍNA MICELAR (PROTEÍNA DE LECHE MICROFILTRADA)

### Definición del producto

El concentrado de proteína micelar (MCC), un tipo de proteína de leche microfiltrada o fosfocaseinato nativo, se produce a través de la microfiltración de la leche descremada. Difiere de otros concentrados de proteína de leche porque se altera

(aumenta) la proporción de caseína-proteínas de suero de leche en comparación con la proporción de caseína-proteínas de suero de leche en la leche debido al proceso de microfiltración. Además, la caseína permanece en su forma nativa (micelar).

### Almacenamiento

Transportar y almacenar en un ambiente fresco y seco a temperaturas inferiores a 27°C (81 °F) y una humedad relativa inferior a 65%. Usar dentro de 18 meses. Cabe señalar que la vida de almacenamiento depende mucho de las condiciones de almacenamiento y esta cifra es sólo una guía.

### Envasado

Bolsa de papel Kraft de varias capas, cosida o pegada, con revestimiento interno de polietileno. Sin grapas ni cierres metálicos.

- Peso neto: 20.0-25.0 kg

### Composición del producto

Al igual que los MPCs, el contenido de proteínas de los MCCs puede oscilar entre 41.5% y 89.5%.

La proporción de caseína-proteínas de suero de leche en el MCC por lo general está en el rango de 82.18-95%:5%, mientras que la proporción típica de caseína-proteínas de suero de leche en la leche es 80%:20%.

Tabla 18: Composición típica del MMP y MCC

PRODUCTO MMP/MC	PROTEÍNAS %	GRASAS %	LÁCTOSA %	CENIZAS %	HUMEDAD %
42	41.5 mín	1.25 máx	51.0 máx	6.0 máx	5.0 máx
70	69.5 mín	2.50 máx	16.0 máx	8.0 máx	6.0 máx
80	79.5 mín	3.00 máx	10.0 máx	8.0 máx	6.0 máx
85	85.0 mín*	3.00 máx	3.0 máx	8.0 máx	6.0 máx
90	89.5 mín	3.00 máx	1.0 máx	8.0 máx	6.0 máx

\* El contenido de proteínas  $\geq 85.0\%$  se reporta en un estado deshidratado, todos los demás parámetros se reportan en un estado "tal cual".

## Bibliografía

- American Dairy Products Institute. 2014. Concentrated Milk Proteins Standard.
- American Dairy Products Institute. ADPI Dairy Ingredients Standards. Illinois (IL): ADPI; 2016.
- American Dairy Products Institute. 2016 Dairy Products Utilization and Production Trends. Illinois (IL): ADPI; 2016.
- Code of Federal Regulations, Milk and Cream, title 21, sec. 131.125.
- Code of Federal Regulations, Milk and Cream, title 21, sec 131.127.  
Code of Federal Regulations, Milk and Cream, title 21, sec 131.147.
- Codex Alimentarius Commission, Codex Standard for Milk Powders and Cream Powders, CODEX STAN 207-1999.
- Food and Drug Administration. 2014. GRAS Notice No. GRN 000504.
- United States Department of Agriculture. 1984. United states standards for grades of nonfat dry milk (roller process).
- United States Department of Agriculture. 2001. United states standards for grades of dry buttermilk and dry buttermilk product.
- United States Department of Agriculture. 2001. United States standards for grades of dry whole milk.
- United States Department of Agriculture. 2001. United States standards for grades of nonfat dry milk (spray process).
- United States Department of Agriculture. 2013. United States standards for instant nonfat dry milk.
- United States Department of Agriculture. 2016. National Nutrient Database for Standard Reference, Full Report (All Nutrients) 01091, Milk, dry, nonfat, regular, without added vitamin A and vitamin D.
- United States Department of Agriculture. 2016. National Nutrient Database for Standard Reference, Full Report (All Nutrients) 01092, Milk, dry, nonfat, instant, with added vitamin A and vitamin D.
- United States Department of Agriculture. 2016. National Nutrient Database for Standard Reference, Full Report (All Nutrients) 01154, Milk, dry, nonfat, regular, with added vitamin A and vitamin D.
- United States Department of Agriculture. 2016. National Nutrient Database for Standard Reference, Full Report (All Nutrients) 01155, Milk, dry, nonfat, instant, without added vitamin A and vitamin D.
- Report (All Nutrients) 01154, Milk, dry, nonfat, regular, with added vitamin A and vitamin D.
- United States Department of Agriculture. 2016. National Nutrient Database for Standard Reference, Full Report (All Nutrients) 01155, Milk, dry, nonfat, instant, without added vitamin A and vitamin D.

# 5

## Control de Calidad y Estándares de Calificación de Grados



## 5.1 CONTROL GENERAL DE CALIDAD Y VISITAS A PLANTAS

Los proveedores de EUA ofrecen diversas aprobaciones y certificaciones de sus productos, garantizando así a sus clientes leches en polvo de la más alta calidad en el mundo.

Los estándares estadounidenses para los distintos grados de leche en polvo provienen de la División Láctea de la USDA. Estos estándares se basan en la información y análisis de las necesidades del procesador y el usuario en lo referente a calidad de producto y funcionalidad. Esto, para garantizar un mismo lenguaje, nacionalmente e internacionalmente, sobre el comercio ordenado y eficiente. Estados Unidos es punta de lanza en el mundo de la creación y desarrollo de estándares de la industria para pruebas en leches en polvo. Adoptados desde 1929, se actualizan conforme la necesidad lo exija.

Los estándares de la industria, especificaciones, o descripciones de productos comerciales (en inglés commercial item descriptions o CIDs) para la leche descremada en polvo, la leche entera en polvo, el suero de mantequilla en polvo, y para MPC (concentrado de proteína de leche) promueven el uso de leches en polvo al poner a la disposición un sistema uniforme para clasificación de grados. El abasto de leche fluida estadounidense, sus plantas productoras, y consiguientes instalaciones de almacenamiento siguen la normatividad y prácticas más estrictas del mundo. Las leches en polvo hechas en los Estados Unidos cumplen con los más estrictos requerimientos de inocuidad y grado de calidad.

Los compradores que se apegan a esos estándares, especificaciones o CIDs en sus decisiones de compra se hacen de una protección adicional, independientemente del propósito en particular para la cual se usará leche en polvo; no obstante, estos requerimientos no pueden cumplir con absolutamente todos los usos finales posibles. Así, para determinar la aceptabilidad de una dada leche en polvo en una formulación específica, puede ser necesario someterla a otras pruebas suplementarias que no estén incluidas en los estándares, especificaciones o CIDs.

### Beneficios

- **Garantizar la Uniformidad:** La uniformidad o constancia de la calidad del producto se garantiza al apegarse los estándares de grado que son aceptados y entendidos en toda la industria de las leches en polvo. Los estándares de la leche en polvo, las especificaciones o los CIDs permiten que tanto los productores como los compradores especifiquen el grado del producto ofrecido a la venta o requerido para uso.
- **Facilitar la Compra:** Los compradores y vendedores cuentan con un lenguaje común para negociar la compra-venta de una leche en

polvo, cumpliendo así con requerimientos de producto reconocidos por su designación o nombre de grado. Las pruebas y los grados se basan en procedimientos analíticos reconocidos internacionalmente. Esto elimina la necesidad de detalladas e innecesarias pruebas que pueden producir resultados no consistentes entre las organizaciones de producción y compra.

- **Reducir el Riesgo:** El fabricante de leche en polvo asume la responsabilidad de cumplir con el grado del producto ofrecido. Se pueden eliminar muchos elementos de riesgo al comprar, ya que el comprador puede hacer que se revise cada compra mediante análisis de grado, y, si así lo desea, que sea certificada por la USDA. De manera similar, el fabricante se protege contra quejas irracionales o infundadas porque los estándares de los grados son exactos y basados en métodos de análisis específicos.

**El apego a los estándares, especificaciones, o CIDs para la leche en polvo es el fundamento de un programa de calidad efectivo.**

### Encuestas en Plantas

El Servicio de Comercialización Agrícola de USDA (Agricultural Marketing Service's o AMS) tiene un programa, Dairy Grading Program, que efectúa encuestas (inspecciones) en plantas para garantizar que las leches en polvo sean producidas bajo condiciones de higiene. Todas las encuestas en planta son efectuadas por inspectores lácteos expertos de la USDA que son altamente calificados; ellos inspeccionan detalladamente más de 100 productos. Solamente las plantas que cumplan con los requerimientos de la USDA reciben el "Estatus Aprobado" ("Approved Status"), y se hacen acreedores a los servicios de clasificación de grado y control de calidad. Algunos de los productos en la lista del inspector lácteo incluyen:

1. Las instalaciones de la planta deberán estar limpias para evitar la contaminación bacteriana o infestación por roedores o plagas para optimizar la inocuidad del producto.
2. Áreas de manejo de leche cruda, incluyendo áreas de recepción, almacenamiento, pasteurización, procesamiento, envasado de producto y salas de suministro deberán contar con iluminación adecuada para facilitar la limpieza e inspección de equipos y productos.
3. La construcción de todas las instalaciones deberá ser fuerte y apropiada.
4. La leche que se ingresa deberá ser sometida a análisis de manera regular para garantizar la alta calidad del producto y su inocuidad, incluyendo que sean libres de la contaminación antibiótica.

5. Las prácticas del personal y su atuendo deberán ser los apropiados para optimizar la seguridad e inocuidad del producto.
6. Todo el equipo de procesamiento deberá conservarse en condiciones sanitarias y en excelente funcionamiento para asegurar así que la leche en polvo sea protegida contra la contaminación.

## Inspección y Grados

Solamente los productos producidos en instalaciones que hayan aprobado una Encuesta de Planta de la USDA se hacen acreedores a la inspección y clasificación de grado. El producto final se somete a muestreo por inspectores de la USDA. Un programa computarizado selecciona muestras de manera aleatoria, mismas que se toman del almacén en presencia de un inspector de USDA. A su vez, el inspector examina cada muestra para determinar el cumplimiento de la misma con el estándar del grado o especificación del contrato; prepara entonces muestras oficiales para análisis si así lo requiere el estándar, y sella los paquetes con una leyenda oficial de aceptación o grado. Los inspectores emiten certificados para aquellos productos que cumplan con el estándar o las especificaciones.

## Servicio de Laboratorio

El servicio de laboratorio consiste en pruebas de control de calidad y pruebas analíticas, incluyendo todas las determinaciones químicas y bacteriológicas esenciales para determinar el grado final otorgado.

Los servicios de laboratorio también ejecutan las pruebas necesarias para el Programa de Vigilancia de la Salmonela, conducida por la USDA de conformidad con un memorándum de entendimiento con la FDA (U.S. Food & Drug Administration).

## Personal

Los hombres y mujeres que desempeñan estos servicios cuentan con experiencia y están muy bien capacitados. Muchos inspectores y especialistas en otorgamiento de grados cuentan con licenciaturas en producción láctea o ciencias de los alimentos, o han estado en otros puestos de responsabilidad dentro de la industria láctea.

## 5.2 LOS ESTÁNDARES DE IDENTIDAD DE LA FDA



La FDA, una entidad del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos, ha emitido estándares de identidad para tres tipos de productos de leche

deshidratada. Estos estándares de identidad se publican en el CFR (Código de Regulación Federal de los Estados Unidos), Título 21, Parte 131, Sub-parte B y se puede bajar directamente desde el sitio web de la FDA ([www.fda.gov](http://www.fda.gov)). Muchos otros países tienen sus propios estándares y normas de identidad. Los procesadores de ingredientes lácteos de los Estados Unidos también deberán cumplir con los estándares locales de exportación a estos países.

### §131.125 Leche descremada deshidratada

(a) Descripción. La leche descremada deshidratada es el producto que se obtiene al retirar el agua de la leche desnatada pasteurizada. No contiene más de 5% de peso por humedad y no más de ½ de su peso es grasa butírica a menos que se indique lo contrario.

(b) Ingredientes opcionales. Los ingredientes inocuos y los ingredientes saborizantes apropiados (con o sin colorantes y edulcorantes nutricionales de carbohidratos) como sigue:

(1) Frutas y jugo de frutas, incluyendo concentrados de fruta y jugo de fruta.

(2) Saborizantes naturales y artificiales de alimentos.

(c) Métodos de análisis. Los siguientes métodos de análisis referenciados son tomados de los “Métodos de Análisis Oficiales de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales,” 19ª Ed. (2012), incorporada por referencia. Hay copias disponibles en AOAC INTERNATIONAL, 481 North Frederick Ave., Suite 500, Gaithersburg, MD 20877-2450 o bien, se pueden examinar en la Administración de Archivos y Registros Nacionales (NARA). Si desea información de la disponibilidad de este material en NARA, llame al +1 202-741-6030.

(1) Contenido de grasa butírica —“La Grasa en la Leche Deshidratada —Acción Final Oficial,” secciones 16.199-16.200.

(2) Contenido de Humedad —“Humedad—Acción Final Oficial,” sección 16.192.

(d) Nomenclatura. El nombre del alimento es “Leche Descremada Deshidratada”. Si el contenido de grasa supera 1% por peso, el nombre del alimento en el estante principal deberá estar acompañado de la declaración “Contiene\_% grasa butírica”, llenando el guión con el porcentaje a la décima más cercana a 1% de grasa contenida, dentro de los límites de las buenas prácticas de



manufactura. El nombre del alimento deberá incluir una declaración de la presencia de cualquier saborizante que lo caracterice, como establece §101.22 de este capítulo.

(e) Declaración en etiqueta. Cada ingrediente que se emplea en el alimento se deberá declarar en la etiqueta como se requiere en las secciones aplicables de parte 101 y parte 130 de este capítulo.

### §131.127 Leche descremada en polvo fortificada con vitaminas A y D

(a) Descripción. La leche descremada en polvo fortificada con vitaminas A y D cumple con el estándar de identidad para la leche descremada en polvo, salvo que las vitaminas A y D son añadidas como indica el párrafo (b) de esta sección.

(b) Adición de vitamina. (1) La vitamina A se añade en tal cantidad que cuando se prepara de conformidad con las instrucciones de la etiqueta, cada cuarto de galón del producto reconstituido contenga 2000 Unidades Internacionales.

(2) La vitamina D se añade en tal cantidad que cuando se prepara de conformidad con las instrucciones de la etiqueta, cada cuarto de galón del producto contenga 400 Unidades Internacionales.

(3) Los requerimientos de este párrafo se considerarán cumplidos si hay excesos -dentro de lo razonable para las buenas prácticas de manufactura- presentes para garantizar que los niveles de vitaminas requeridos se mantengan a lo largo de la vida de anaquel esperada para el alimento bajo condiciones normales de distribución.

(c) Ingredientes opcionales. Los siguientes ingredientes opcionales, considerados inocuos y apropiados, podrán ser usados:

(1) Portadores para vitaminas A y D.

(2) Ingredientes saborizantes, con o sin colorante y edulcorante nutricional de carbohidrato, como sigue:

(i) Fruta y jugo de fruta, incluyendo fruta concentrada y jugo de fruta.

(ii) Saborizantes de alimentos naturales y artificiales.

(d) Métodos de análisis. Los siguientes métodos referenciados de análisis son tomados de "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists," 19th Ed. (2012), incorporado por referencia. Se pueden pedir copias a la AOAC INTERNATIONAL, 481 North Frederick Ave., Suite 500, Gaithersburg, MD 20877-2450 o se pueden examinar en NARA, National Archives and Records Administration. Si desea

información sobre la disponibilidad de este material en NARA, llame al +1 202-741-6030.

(1) Contenido de Grasa Butírica —"La grasa en la leche deshidratada —Acción Final Oficial," secciones 16.199-16.200.

(2) Contenido de Humedad —"Humedad —Acción Final Oficial," sección 16.192.

(3) Contenido de Vitamina D —"Vitamina D—Acción Final Oficial," secciones 43.195-43.208.

(e) Nomenclatura. El nombre del alimento es "Leche Descremada Deshidratada Fortificada con Vitaminas A y D." Si el contenido de grasa es superior a 1½% por peso, el nombre de, alimento en el panel principal del estante deberá portar la declaración "Contiene \_% grasa butírica", llenando el espacio con la cifra más cercana a la décima parte de 1% con el porcentaje de grasa contenida dentro de los límites de la buena práctica manufacturera. El nombre del alimento deberá contener una declaración acerca de la presencia de cualquier saborizante que lo caracterice, como se estipula en §101.22 de este capítulo.

(f) Declaración en etiqueta. Cada uno de los ingredientes usados en el alimento deberá ser declarado en la etiqueta, como se estipula en las secciones aplicables de las partes 101 y 130 de este capítulo.

### §131.147 Leche Entera en Polvo

(a) Descripción. La leche entera en polvo es el producto que resulta de retirar el agua de la leche pasteurizada, como se define en §131.110(a), que puede ser homogeneizada. De otra manera, se puede obtener la leche entera al mezclar leche fluida, condensada o descremada deshidratada con líquido o con crema deshidratada o con fluido, condensada o deshidratada, como sea apropiado, siempre y cuando la resultante leche entera en polvo sea equivalente en composición a la que se obtiene por el método descrito en la primera oración de este párrafo.

Contiene la lactosa, las proteínas de leche, la grasa butírica y los minerales de leche en las mismas proporciones relativas que la leche de la cual fue tomada. Debe contener entre 26% y 40% por peso de grasa butírica en el estado en que se presenta. Contiene no más de 5% por peso de humedad con base en los sólidos de leche y no de la grasa.

(b) Vitamina adicionada. (1) Adicionar con vitamina A es opcional. Si se adiciona, la vitamina A deberá estar presente en tal cantidad que al prepararla de conformidad con las instrucciones de la

etiqueta, cada cuarto de galón del producto reconstituido deberá contener no menos de 2,000 Unidades Internacionales.

(2) Si se desea se puede adicionar con Vitamina D. Si se adiciona, la Vitamina D deberá estar presente en tal cantidad que cuando se prepare de conformidad con las instrucciones de la etiqueta, cada cuarto de galón del producto reconstituido deberá contener 400 Unidades Internacionales.

(3) Los requerimientos de este párrafo se considerarán cumplidos si hay excesos -dentro de lo razonable para las buenas prácticas de manufactura- presentes para garantizar que los niveles de vitaminas requeridos se mantengan a lo largo de la vida de anaquel esperada para el alimento bajo condiciones normales de distribución.

(c) Ingredientes opcionales. Se pueden utilizar los siguientes ingredientes opcionales si se desea:

(1) Portadores para Vitaminas A y D.

(2) Emulsificadores.

(3) Estabilizadores.

(4) Agentes anticoagulantes.

(5) Antioxidantes.

(6) Ingredientes saborizantes, con o sin colorante y edulcorante nutricional de carbohidrato, como sigue:

(i) Fruta y jugo de fruta, incluyendo fruta concentrada y jugo de fruta.

(ii) Saborizantes de alimentos naturales y artificiales.

(d) Métodos de análisis. Los siguientes métodos referenciados de análisis son tomados de "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists," 19th Ed. (2012), incorporado por referencia. Se pueden pedir copias a

la AOAC INTERNATIONAL, 481 North Frederick Ave., Suite 500, Gaithersburg, MD 20877-2450 o se pueden examinar en NARA, National Archives and Records Administration. Si desea información sobre la disponibilidad de este material en NARA, llame al +1 202-741-6030.

(1) Contenido de Grasa Butírica —"La grase en la leche deshidratada —Acción Final Oficial," secciones 16.199-16.200.

(2) Contenido de Humedad —"Humedad —Acción Final Oficial," sección 16.192.

(e) Contenido de Vitamina D —"Vitamina D—Acción Final Oficial," secciones 43.195-43.208.

Nomenclatura. El nombre del alimento es "Leche Entera Deshidratada". El nombre del alimento deberá aparecer en el panel principal de la etiqueta con tipografía de tamaño, color, y estilo uniforme. El nombre del alimento deberá ser acompañado de una declaración que indique la presencia de cualquier saborizante característico, de conformidad con §101.22 de este capítulo. Las siguientes frases en tipografía no menor a la mitad de la altura de la tipografía usada para el nombre, debiendo acompañar el nombre de la comida donde aparezca en el panel principal del exhibidor.

(1) La frase "Contiene\_% grase butírica", llenando el espacio con el número entero más cercano al contenido de grase del alimento en cuestión.

(2) Si se adiciona de vitaminas, las frases "vitamina A," o "vitamina A añadida," o "vitamina D," o "vitamina D añadida," o "vitaminas A y D," o "vitaminas A y D adicionadas," se consideran apropiadas. La palabra "vitamina" se puede abreviar a "vit."

(f) Declaración en etiqueta. Cada uno de los ingredientes usados en el alimento deberá ser declarado en la etiqueta, como se estipula en las secciones.

### 5.3 LOS GRADOS DE LA USDA



Los proveedores de la USDA participan voluntariamente en los Programas de Inspección y Calificación de Grados. Los estándares, especificaciones de CIDs que se usan son emitidos por el Departamento de Agricultura de

los Estados Unidos. Los mismos estándares para otorgar grados están resumidos en este manual; todos los documentos se pueden bajar del sitio web de la USDA ([www.usda.gov](http://www.usda.gov)).

#### Requerimientos Generales para el Otorgamiento de Grados

1. Toda las leches – leche desnatada deshidratada, leche entera deshidratada, suero de mantequilla deshidratado, MPC y MPI para consumo humano deberán apearse en todos los sentidos a la normatividad del gobierno federal y estatal que estén en vigor al momento de evaluación u otorgamiento de grado.
2. Las leches en polvo deberán ser elaboradas a partir de leche fresca y natural a la que no se deberá añadir ni preservativos, ni agentes alcalinos ni neutralizadores u otros químicos añadidos; la leche deberá

ser pasteurizada en su estado líquido, antes de la concentración, a una temperatura de 72 °C (162 °F) durante 15 segundos, o su equivalente en destrucción bacteriana.

3. Las leches en polvo deberán ser razonablemente uniformes en su composición. El color debe ser blanco o crema, libre de típico tono marrón o amarillo de un producto sobrecalentado y libre de cualquier tono no natural. Debe estar significativamente libre de motas marrones o cafés.
4. El sabor y olor de las leches en polvo en su forma deshidratada o después de hidratarse deberá ser dulce y limpio y libre de sabores y olores desagradables o con notas rancias, sebosas, jabonosas o con olor a pescado o queso, entre otros.
5. Las leches en polvo deberán envasarse en contenedores resistentes, aptos para proteger y preservar los contenidos sin dañar la calidad en lo referente a la higiene, contaminación y contenido de humedad bajo diversas condiciones de manejo, transporte y almacenamiento.
6. El presunto estimado de coliformes en las leches en polvo no deberá exceder los 10 cfu por gramo de leche en polvo.
7. Las leches en polvo deberán estar libres de materia superflua de conformidad con lo descrito en la Sección 402(a) de la Ley Federal sobre Alimentos, Fármacos y Cosméticos.

#### Clasificación de Tratamiento Térmico

La clasificación de tratamiento térmico no es un requerimiento para grado en los Estados Unidos, salvo la leche en polvo de alto calor, para la que se permite un índice de solubilidad más alto. Los productos que se sometan a calificación de grado pueden ser sometidos a análisis de tratamiento térmico para fines de reclasificación sobre solicitud, y los resultados se mostrarán en el certificado de calificación de grado. La clasificación del tratamiento térmico se ofrece solamente para productos calificados por USDA.

#### Requerimientos Específicos de Clasificación de Grado para Leche Descremada Deshidratada

La leche descremada deshidratada es el producto que se obtiene al retirar solamente el agua de la leche desnatada pasteurizada. Se apega a las disposiciones del Código Federal de Regulaciones (véase la Sección 5.2) emitida por la FDA (Food and Drug Administration). Los criterios básicos de composición se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 1: Criterio Básico de Composición para Leche Descremada en Polvo Secada por Atomización o Secada a Rodillo**

	ATOMIZACIÓN		RODILLO	
	GADRO EXTRA	GRADO ESTÁNDAR	GRADO EXTRA	GRADO ESTÁNDAR
<b>Grasa Butírica</b>	<1.25%	<1.50%	<1.25%	<1.50%
<b>Humedad</b>	<4.0%	<5.0%	<4.0%	<5.0%

Existen diferencias en la composición, apariencia, sabor y estándares bacteriológicos entre productos que son Grado Extra versus Grado Estándar.

**Tabla 1 (continúa)**

- El Grado Extra indica la más alta calidad de leche estadounidense descremada deshidratada. La clasificación se determina con base en los altos parámetros de sabor, aspecto físico, carga bacteriana estimada en conteo estándar de plaquetas, contenido de grasa butírica, contenido de humedad, partículas quemadas, índice de solubilidad y acidez valorable.
- El Grado Estándar se determina sobre la misma base que el Grado Extra, pero se califica con parámetros de composición ligeramente menos estrictos. Puede contener grumos de pequeños a moderados, un color ligeramente no natural, y estar razonablemente libre de partículas oscuras visibles. La leche descremada deshidratada instantánea no cuenta con estándar.
- Grado No Asignable se asigna a leches en polvo por alguna o varias de estas razones:
  - No cumple con los requerimientos del Grado Estándar Estadounidense. Tiene un conteo microscópico de grumos (clump count) que excede 100 millones por gramo.
  - Su conteo de coliformes excede 10 cfu (unidades de formación de colonias) por gramo.
  - La leche descremada en polvo se produce en una planta que no está calificada dentro del servicio de USDA o no ha sido aprobada por la misma.

**Tabla 2: Especificaciones de los Grados Estadounidenses para la Leche Descremada en Polvo, Proceso por Atomización**

CARACTERÍSTICA	GRADO EXTRA	GRADO ESTÁNDAR
<b>Sabor</b>	Dulce, sabor agradable y deseable	Sabor bastante agradable
<b>Aspecto físico</b>	Tono Uniforme, de blanco a crema claro	Blanco o crema claro, puede tener un tono ligeramente poco natural
<b>Carga bacteriana estimada</b>	< 10,000 cfu/g	<75,000 cfu/g
<b>Grasa butírica</b>	<1.25%	<1.50%
<b>Humedad</b>	<4.0%	<5.0%
<b>Partículas quemadas</b>	<15 mg	<22.5 mg
<b>Índice de solubilidad</b>	<1.2 mL; <2 mL (high heat)	<2.0 mL; <2.5 mL (high-heat)
<b>Acidez valorable</b>	<0.15% (lactic acid)	<0.17% (lactic acid)
<b>CARACTERÍSTICAS DE SABOR</b>		
<b>Amargo</b>	Ligero	Definitivo
<b>Gis</b>	Ligero	Definitivo
<b>Cocinado</b>	Ligero	Definitivo
<b>Pienso</b>	Ligero	Definitivo
<b>Desabrido</b>	Ligero	Definitivo
<b>Oxidado</b>	No permitido	Ligero
<b>Quemado</b>	No permitido	Ligero
<b>Almacenamiento</b>	No permitido	Ligero
<b>Utensilio</b>	No permitido	Ligero
<b>ASPECTO FÍSICO</b>		
<i>Producto seco</i>		
<b>Grumoso</b>	Ligero	Moderado
<b>Color poco natural</b>	No permitido	Ligero
<b>Partículas oscuras visible</b>	Prácticamente libre	Razonablemente libre

Tabla 2 (continúa)

CARACTERÍSTICA	GRADO EXTRA	GRADO ESTÁNDAR
<i>Producto reconstituido:</i>		
Granoso	No permitido	Razonablemente libre

Resumen, favor de referirse al documento USDA Standard for Grade si desea más información.

	SECADO POR ATOMIZACIÓN	SECADO POR RODILLO	INSTANTÁNEO
Grasa butírica	<1.25%	<1.25%	<1.25%
Humedad	<4.0%	<4.0%	<4.0%
Acidez valorable	<0.15%	<0.15%	<0.15%
Índice de Solubilidad	<1.2 mL; <2.0 mL (high heat)	<15.0 mL	<1.0 mL
Carga bacteriana estimada	<10,000 cfu/g	<50,000 cfu/g	<10,000 cfu/g
Conteo de coliformes	-	-	<10 /g
Partículas quemadas	Disc B (15.0 mg)	Disc C (22.5 mg)	Disc B (15.0 mg)

\*Si se utiliza la lactosa como ayuda para procesamiento, la cantidad deberá ser únicamente la necesaria para producir el efecto deseado, no debiendo exceder el 2.0% del peso de la leche desnatada en polvo.

### Requerimientos Específicos para la Clasificación de Grados para la Leche Entera Deshidratada

La leche entera deshidratada, producida mediante atomización o proceso de rodillo, es el producto que se obtiene al retirar únicamente el agua de la leche pasteurizada, pudiendo esta ser homogeneizada. No podrá contener más de 5% de peso de humedad en sólidos de leche sin grasa y no menos de 26% pero menos de 40% de peso por grasa butírica. Se apega las disposiciones aplicables del Código de Regulación Federal (véase Sección 5.2).

De manera alterna, la leche entera en polvo puede ser obtenida al mezclar leche fluida, condensada o descremada en polvo con líquido

o crema, o con leche fluida, condensada o seca. Contiene lactosa, proteínas de leche, grasa butírica y minerales de la leche en la misma proporción relativa que la leche de la que proviene.

Cuando se añade Vitamina A or D, o ambas, deberán estar presentes en tal cantidad que al preparar el producto según las instrucciones en la etiqueta, cada litro de los productos reconstituidos deberá contener no menos de 2,000 IU de Vitamina A y 400 IU de Vitamina D.

Tabla 3: Especificaciones de Grados Estadounidenses para la Leche Entera Deshidratada

CARACTERÍSTICA	GRADO EXTRA	GRADO ESTÁNDAR EUA
Sabor	Dulce, sabor agradable y deseable	Dulce y agradable
Aspecto físico	Blanco a crema claro, uniforme	Blanco o crema claro, puede presentar tono ligeramente no natural
Carga bacteriana estimada	< 10,000 cfu/g	<50,000 cfu/g
Conteo de coliformes	<10/g	<10/g
Grasa butírica	>26%, <40%	>26%, <40%
Partículas quemadas	<15 mg (proceso atomización) <22.5 mg (secado por rodillo)	<22.5 mg (proceso atomización) <32.5 mg (secado por rodillo)

Tabla 3 (continúa)

CARACTERÍSTICA	GRADO EXTRA EUA	GRADO ESTÁNDAR EUA
Índice de solubilidad	<1.0 mL (proceso atomización) <15 mL (secado por rodillo)	<15 mL (secado por rodillo) <1.5 mL (proceso atomización)
Acidez valorada	<0.15% (ácido lácteo)	<0.17% (ácido lácteo)
<b>CARACTERÍSTICAS DE SABOR</b>		
Cocinado	Definitivo	Definitivo
Pienso	Ligero	Definitivo
Amargo	Ninguno	Ligero
Oxidado	Ninguno	Ligero
Quemado	Ninguno	Ligero
Rancio	Ninguno	Ligero
Almacenamiento	Ninguno	Ligero
<b>APARIENCIA FÍSICA</b>		
<i>Producto seco</i>		
Grumos	Presión ligera	Presión moderada
Color poco natural	Ninguno	Ligero
Partículas oscuras visibles	Prácticamente libre	Razonablemente libre
<i>Producto reconstituido:</i>		
Granoso	Libre	Razonablemente libre

Resumen, favor de referirse al documento USDA Standard for Grade si desea más información.

### Grado Extra

El Grado Extra indica la más alta calidad de leche entera deshidratada estadounidense. Esto se determina con base en el sabor, aspecto físico, carga bacteriana estimada, conteo de coliformes, contenido de grasa butírica, contenido de humedad, contenido de partículas quemadas, índice de solubilidad y acidez valorada.

	SECADO POR ATOMIZACIÓN	SECADO POR RODILLO
Grasa butírica	26.0-40.0%	26.0-40.0%
Humedad	4.5%	4.5%
Acidez valorable	0.15%	0.15%
Índice de solubilidad (máx.)	1.0 mL máx	15.0 mL máx
Carga bacteriana estimada	10,000 cfu/g	50,000 cfu/g
Partículas quemadas	Disc B (15.0 mg)	Disc C (22.5 mg)

Tabla 3 (continúa)

## Grado Estándar

El grado estándar se determina sobre la misma base que el grado extra, aunque sus parámetros de composición son un poco menos estrictos.

	SECADO POR ATOMIZACIÓN	SECADO POR RODILLO
Grasa butírica	26.0-40.0%	26.0-40.0%
Humedad	5.0%	5.0%
Acidez valorada	0.17% máx	0.17% máx
Índice de Solubilidad (máx)	1.5 mL máx	1.5 mL máx
Carga bacteriana estimada	50,000 cfu/g	50,000 cfu/g
Partículas quemadas	Disc C (22.5 mg)	Disc D (32.5 mg)

## Grade Not Assignable

Las leches enteras deshidratadas pueden no gozar de un grado asignado por alguna de las siguientes razones:

- No cumple con los requerimientos de Grado Estándar EUA.
- Conteo microscópico directo de grumos supera 100 millones por gramo.
- No cumple con los requerimientos para pruebas opcionales cuando se efectúan dichas pruebas.
- Producida en una planta que al ser inspeccionada resultase que sus prácticas de producción no son satisfactorias, o su equipo o instalaciones no lo son, o bien que no opera bajo condiciones higiénicas.

## Requerimientos Específicos para Clasificar Grados de Suero de Mantequilla Deshidratado

El suero de mantequilla deshidratado, elaborado bajo el proceso de atomización o rodillo, es el producto que resulta del secado del suero de mantequilla líquido pasteurizado derivado de batir crema para producir mantequilla y pasteurizarla luego de condensar a una temperatura de 71.6 °C (161 °F) durante 15 segundos, o su equivalente en destrucción bacteriana. El suero de mantequilla deshidratado deberá contener no menos de 30% de proteína.

El suero de mantequilla deshidratado y sus productos no se pueden producir a partir de la leche descremada deshidrata, ni el suero deshidratado, ni otros; solamente se produce del suero de mantequilla, y no podrá contener preservativos añadidos, agentes de neutralización ni otros químicos.

Tabla 4: Especificaciones para Grados de Suero de Mantequilla Deshidratado Estadounidense y Productos del Suero de Mantequilla

CARACTERÍSTICA	GRADO EXTRA EUA	GRADO ESTÁNDAR EUA
Sabor	Dulce y agradable	Bastante agradable
Aspecto físico	Crema a marrón claro	Crema a marrón claro
Carga bacteriana estimada	<20,000 cfu/g	<75,000 cfu/g
Grasa butírica	>4.5%	<4.5%
Humedad	<4.0%	<5%
Partículas quemadas	<15 mg(proceso atomización) <22.5 mg (secado por rodillo)	<22.5 mg (proceso atomización) <32.5 mg (secado por rodillo)

Tabla 4 (continúa)

CARACTERÍSTICA	GRADO EXTRA EUA	GRADO ESTÁNDAR EUA
<b>Índice de Solubilidad</b>	<15 mL (secado por rodillo) <2 mL (proceso de atomización)	<15 mL (secado por rodillo)
<b>Acidez valorada</b>	>0.10%, <0.18%	>0.10%, <0.20%
<b>CONTENIDO DE PROTEÍNA</b>		
<b>Suero de mantequilla deshidratado</b>	>30%	>30%
<b>Producto de suero de mantequilla deshidratado</b>	<30%	<30%
<b>CARACTERÍSTICAS DE SABOR</b>		
<b>No natural</b>	Ninguno	Ligero
<b>Ofensivo</b>	Ninguno	Ninguno
<b>ASPECTO FÍSICO</b>		
<b>Grumos</b>	Ligero	Moderado
<b>Partículas oscuras visibles</b>	Prácticamente libre	Razonablemente libre

Resumen, favor de referirse al documento USDA Standard for Grade si desea más información

Tabla 5: Composición Típica de la Leche y Sueros de Mantequilla en Polvo (%)

	LECHE DESNATADA EN POLVO	LECHE ENTERA EN POLVO	SUERO DE MANTEQUILLA EN POLVO
<b>Proteína</b>	34.0-37.0	24.5-27.0	32.0-34.5
<b>Lactosa</b>	49.5-52.0	36.0-38.5	46.5-49.0
<b>Grasa</b>	0.6-1.25	26.0-28.5	>4.5% Suero de leche <4.5% Productos de suero de leche
<b>Ceniza</b>	8.2-8.6	5.5-6.5	-
<b>Humedad</b>			
<b>(no instantáneo)</b>	3.0-4.0	2.0-4.5	3.0-4.0
<b>(instantáneo)</b>	3.5-4.5		

### Proteínas de Leche Concentradas

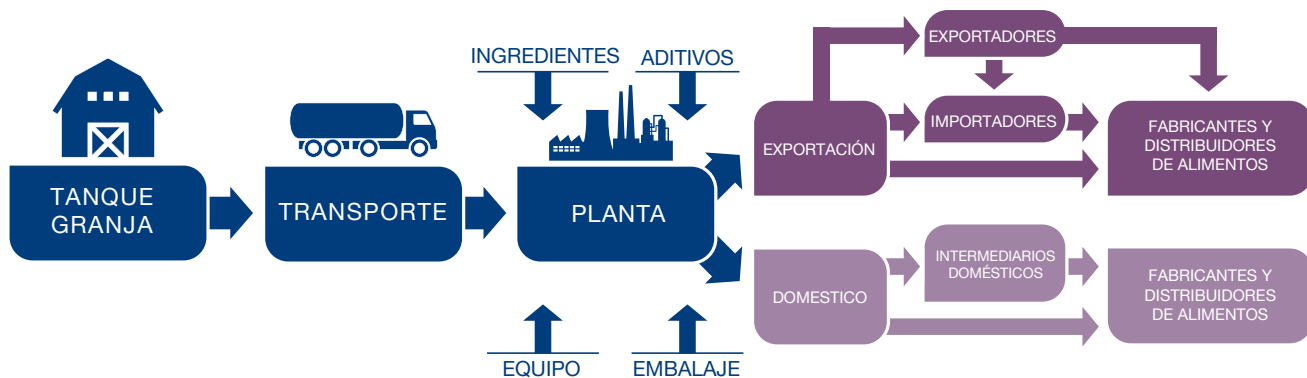
Las proteínas de leche concentradas se comercializan bajo los siguientes nombres: concentrado de proteína de leche (milk protein concentrate o MPC) y aislado de proteína de leche (milk protein isolate o MPI) y se obtienen al concentrar la leche bovina desnatada mediante procesos de filtración para que el producto final deshidratado contenga 40% o más de proteína por peso.

La FDA considera que estos productos son Reconocidos Como Inocuos en General o GRAS (Generally Recognized as Safe) de conformidad con la Notificación GRAS para Concentrado de Proteínas de Leche (MPC) y Aislado de Proteína de Leche (MPI), GRN 504.

- MPC o Concentrado de Proteína de Leche:** MPC es el producto resultante al retirar parcialmente suficientes elementos no-proteicos (lactosa y minerales) de la leche desnatada para que el producto final deshidratado contenga 42% o más de proteína por peso. Contiene la caseína y proteínas de suero en las proporciones originales encontradas en la leche. No deberá contener adiciones de caseína producida por separado (caseinato) ni proteínas de suero. EL MPC se etiqueta de manera que refleje el contenido proteico del producto final.



**Figura 5.1**  
**La Trazabilidad de los Ingredientes Lácteos de la Granja a los Fabricantes de Alimentos y Distribuidores**



Source: Innovation Center for U.S. Dairy

- MPI o Milk Protein Isolate, Aislado de Proteína de Leche:** El MPI es la sustancia que se obtiene con la remoción parcial de suficientes componentes no-proteicos (lactosa y minerales) de la leche desnatada para que el producto final deshidratado contenga 90% o más de proteína por peso. Contiene la caseína y proteínas de suero en las proporciones originales encontradas en la leche, sin combinar caseína (caseinato) o proteínas de suero producidos por separado. Un producto que porte la etiqueta de MPI deberá contener como mínimo un 89.5% de proteína.
- Tanto MPC como MPI se pueden elaborar por filtración (microfiltración, ultrafiltración y diafiltración), dialisis u otro

proceso en el que la lactosa es retirada, ya sea en parte o del todo, mediante un procedimiento inocuo y apropiado. Cuando se emplea la microfiltración, el producto final es MMP (microfiltered milk protein) o proteína de leche microfiltrada, o MCC (micellar casein concentrate) o concentrado de caseína micelar. Tanto MMP como MCC se etiquetan para reflejar su contenido proteico. Se pueden usar como suplemento diario por aquellas personas cuya ingesta de proteína en dieta no es la recomendada, o, en el caso de MPI, por aquellas personas intolerantes a la lactosa. La composición de MPI es muy alta en aminoácido, lo cual lo hace ideal para uso en barras de proteína, polvos para sustitución de alimentos, y bebidas para salud y bienestar.

**Tabla 6: Composición Típica de MPC y MPI en versión comercial**

PRODUCTO	PROTEINA %	GRASA %	LACTOSA %	CENIZA %	HUMEDAD %
<b>MPC 40</b>	39.5 min.	1.25 máx.	52.0 máx.	10.0 máx.	5.0 máx.
<b>MPC 42</b>	41.5 min.	1.25 máx.	51.0 máx.	10.0 máx.	5.0 máx.
<b>MPC 56</b>	55.5 min.	1.50 máx.	36.0 máx.	10.0 máx.	5.0 máx.
<b>MPC 70</b>	69.5 min.	2.50 máx.	20.0 máx.	10.0 máx.	6.0 máx.
<b>MPC 80</b>	79.5 min.	2.50 máx.	9.0 máx.	8.0 máx.	6.0 máx.
<b>MPC 85</b>	85.0 min.*	2.50 máx.	8.0 máx.	8.0 máx.	6.0 máx.
<b>MPI</b>	89.5*	2.50 máx.	5.0 máx.	8.0 máx.	6.0 máx.

\*Contenido de proteína U85.0% reportada en producto seco; los demás parámetros de reportan en el estado en que se encuentran

Tabla 7: Composición Típica de MMP y MCC

PRODUCTO	PROTEINA %	GRASA %	LACTOSA %	CENIZA %	HUMEDAD %
MMP/MCC 42	41.5 min.	1.25 máx.	51.0 máx.	6.0 máx.	5.0 máx.
MMP/MCC 70	69.5 min.	2.50 máx.	16.0 máx.	8.0 máx.	6.0 máx.
MMP/MCC 80	79.5 min.	3.00 máx.	10.0 máx.	8.0 máx.	6.0 máx.
MMP/MCC 85	85.0 min.*	3.00 máx.	3.0 máx.	8.0 máx.	6.0 máx.
MMP/MCC 90	89.5 min.*	3.00 máx.	1.0 máx.	8.0 máx.	6.0 máx.

\* Contenido de proteína  $\geq 85.0\%$  reportada en producto seco; los demás parámetros reportan en el estado en que se encuentran.

## 5.4 LA TRAZABILIDAD DE UN PRODUCTO

La ley Food Safety Modernization Act (FSMA) o Ley para la Modernización de la Inocuidad de los Alimentos, requiere que los procesadores estadounidenses empleen un programa que garantice su capacidad de rastrear los alimentos que produzcan con rapidez y eficacia para poder retirar los mismos del mercado súbitamente, de ser necesario. La meta es cambiar el enfoque de dar respuesta ante una contaminación a prevenirla.

El Centro para Innovación de los Lácteos Estadounidenses (Innovation Center for U.S. Dairy) publicó un documento llamado, "Guía para la Trazabilidad Mejorada de los Productos Lácteos", una evaluación integral del proceso para desarrollar un método de trazabilidad que sea aceptable bajo la FSMA.

Los productos de alta calidad y trazabilidad son de igual importancia para la participación en mercados nacionales e internacionales, y aportarán beneficios para aquellos que implementen un sistema efectivo que minimice o elimine la falta de confianza pública que sigue después de una crisis sanitaria generalizada.

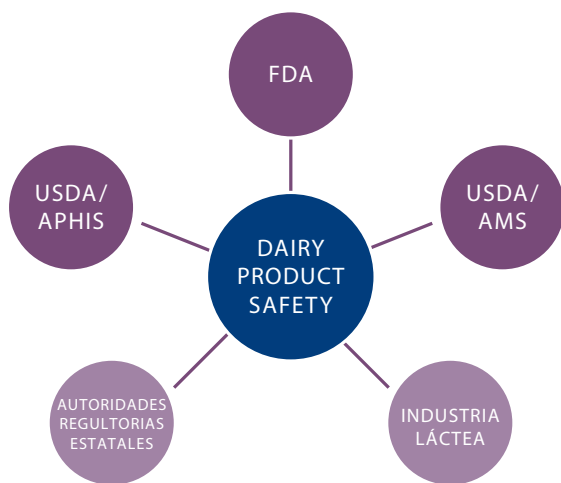
Un buen programa de trazabilidad deberá cumplir con las siguientes tres tareas, pero como mínimo, la trazabilidad de todos los ingredientes, materiales y productos finales deben llevarse a un nivel atrás y un nivel adelante.

1. **Encuentre la fuente de un problema.** Los registros de los bultos/ingredientes/materiales deberán permitir la identificación de un lote sospechoso y en qué momento ingreso al proceso. También se deberá identificar rápidamente cuáles son los identificadores de los Lotes que contribuyeron a la elaboración de un producto final y su Identificador de Lote.
2. **Encuentre el aspecto en común de los productos que son parte de un problema.** En cuanto se haya identificado la contaminación de más de un producto terminado, el fabricante tendrá que identificar rápidamente el origen o fuente en común del problema. Los productos contaminados puede incluir varios paquetes en una sola bodega o distintos productos en diversas bodegas. **El origen puede ser material a granel, o un ingrediente o equipo, o bien material de envasado.** Una vez que se haya identificado la fuente del problema, el fabricante deberá:
3. **Encontrar todos los productos que contengan ese factor en común.**

Con esto se cumple con el aviso de devolución final.

1. Con la finalidad de dar cumplimiento a estas tareas, se deberá enfatizar los siguientes dos principios.

Figura 5.2  
Inocuidad del Producto



1. Establecer una secuencia para enumerar los lotes que sea único para sus ingredientes, materiales de envasado y empaquetado, y productos finales. El esquema para enumerar los lotes deberá indentificar los lotes individuales de tal manera que sea sencillo para los empleados y los compradores de entender.
2. Establezca un sistema de registro que recabe suficiente información para que los ingredientes, incluyendo la leche que viene de las granjas o de cargamentos ya comprado, que se usen en un producto multi-componente pueda ser rápidamente identificado. Capacite a los empleados para que entiendan el sistema de identificación y se centren en la precisión de los registros.

## 5.5 INOCUIDAD DEL PRODUCTO

Todos los productores y exportadores de productos lácteos deberán tener una buena base de conocimiento del sistema regulatorio de los Estados Unidos, al igual que los requerimientos de los países a los cuales exportan para garantizar a sus clientes que sus productos son inocuos y saludables. La formulación de reglamentos se hace mediante la coordinación de diversas partes junto con las agencias reguladoras y la industria.

La FDA es la principal agencia reguladora responsable de todos los productos lácteos nacionales, incluyendo aquellos que se destinen a la exportación, y los que se importan a los Estados Unidos de Norte América. Todos los reglamentos empleados por la FDA se publican en el CFR (Código de Reglamentos Federales) y están disponibles para consulta por parte de interesados. Todas las partes que deseen producir, vender o comprar productos lácteos podrán encontrar fácilmente las regulaciones que gobiernan los productos lácteos de Estados Unidos. Aunado al CFR, la FDA es la agencia que publica y supervisa la aplicación de la Ordenanza para Leche Pasteurizada o en inglés, Pasteurized Milk Ordinance (PMO). La PMO es un documento integral cuya intención es establecer la uniformidad de las inspecciones regulatorias de granjas lácteas y plantas de procesamiento, efectuadas por nuestra agencias reguladoras estatales. La ordenanza PMO está disponible para bajar en el sitio web de la FDA [www.fda.gov](http://www.fda.gov).

La USDA tiene dos agencias relacionadas directamente con productos lácteos: el Servicio de Inspección de Salud Animal y Vegetal (Animal and Plant Health Inspection Service o APHIS) y la AMS. APHIS es la autoridad reguladora para todos los asuntos de salud animal.

El AMS (Agricultural Marketing Service), o Servicio de Comercialización Agrícola, administra programas que crean oportunidades de comercialización domésticas e internacionales para los productores de alimentos, fibras y cultivos especiales estadounidenses. El AMS también

propociona servicios valiosos a la industria agrícola para garantizar la calidad y disponibilidad de alimentos saludables para los consumidores en todo el país.

El Programa Lácteo para Clasificación de Grado, Dairy Grading Program, una agencia importante dentro del AMS, garantiza tanto la inocuidad del producto mediante sus programas de inspección como la calidad del producto mediante el desarrollo y publicación de normas de calidad, especificaciones y CIDs. Al colaborar con la FDA mediante un memorandum de entendimiento, el Dairy Grading Program conduce inspecciones de planta para mantener la aprobación para las instalaciones para secado de leche.

En los 50 estados, las autoridades regulatorias estatal y locales expiden y controlan los permisos para las granjas y plantas procesadoras, y efectúan inspecciones rutinarias de las mismas, ubicadas dentro de su jurisdicción. Estas inspecciones se hacen de conformidad con los reglamentos establecidos mediante la Ordenanza para Leche Pasteurizada o PMO, o bien podrán aceptar las inspecciones conducidas por la USDA. La participación estatal y local es crucial para garantizar la inocuidad del producto, ya que son ellos los inspectores que comienzan el proceso de monitoreo y regulación de las condiciones bajo las cuales se produce y se procesa la leche, dentro de su territorio geográfico. Los inspectores locales y estatales conocen perfectamente las granjas y plantas dentro de su jurisdicción.

Las asociaciones comerciales, tales como National Milk Producers Federation (NMPF), el instituto American Dairy Products Institute (ADPI) y la asociación International Dairy Foods Association (IDFA), representan a los agricultores y a las plantas procesadoras para garantizar que las necesidades de la industria se den a conocer en el proceso de elaborar los reglamentos.



## 5.6 CONTROL DE QUÍMICOS AGRÍCOLAS Y RESIDUOS DE FÁRMACOS

El control y monitoreo de los químicos agrícolas y los fármacos veterinarios en los Estados Unidos es un verdadero crisol de programas interconectados. Dichos programas se diseñan para garantizar que el público consumidor –tanto nacional como nuestros socios comerciales internacionales- reciban los mismos productos inocuos, saludables y de alta calidad.

La Agencia para la Protección del Medio Ambiente, Environmental Protection Agency (EPA) monitorea los químicos en los pesticidas. Los residuos de fármacos veterinarios se monitorean de manera independiente por ambos, la FDA y la USDA. La EPA, FDA y USDA trabajan en conjunto, dentro del área de conocimiento experto de cada uno. Aunado a ello, cada estado de manera individual coopera con las agencias federales para garantizar cumplimiento.

### Los Químicos Agrícolas y los Pesticidas

Ambos, la FDA y la EPA, representan el nivel federal de aprobación y agencias de control de químicos y pesticidas.

La EPA, junto con los estados, tiene la autoridad legal y responsabilidad de registrar y otorgar licencia para el uso de los pesticidas.

Tal autorización legal se otorga mediante las disposiciones de la ley FIFRA (Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act o FIFRA), Ley Federal Sobre Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas; la Ley Federal para Alimentos, Medicamentos y Cosméticos (Food, Drug and Cosmetic Act (FDCA)); la ley FQPA (Food Quality Protection Act), Ley para la Protección de la Calidad de los Alimentos; y la Ley para la Mejora del Registro de Pesticidas de 2003 (Pesticide Registration Improvement Act of 2003).

Además, la USDA de manera independiente lleva a cabo un programa de monitoreo de químicos agrícolas en la cadena de alimentos. Así es como los Estados Unidos cuenta con dos programas de monitoreo de pesticidas independientes.

Las agencias reguladoras del estado efectúan la verificación de la correcta etiquetación como método importante de control. Esta actividad es efectuada por los estados, ya que son estos los que controlan lo que se vende dentro de sus fronteras. Las etiquetas deben ser las correctas y cumpliendo con los requerimientos de ley para evitar que aquellos químicos no aptos para vacas lactantes sean claramente declarados. Esta revisión de etiqueta también podrá incluir pruebas del pesticida para confirmar que aquello que está dentro del contenedor o envase sea lo mismo que establece la etiqueta.

### Residuos de Fármacos Veterinarios

Dentro de la FDA, existen dos áreas principales de control para el uso de fármacos veterinarios y alimento balanceado animal.

- El Centro para la Medicina Veterinaria (Center for Veterinary Medicine o CVM) es la entidad responsable de asegurar que los fármacos veterinarios y alimentos balanceados animales tratados con medicamento sean inocuos, y que los alimentos que provengan de animales tratados sea apropiado para el consumo.
- El Centro para la Inocuidad de los Alimentos y la Nutrición Aplicada (Center for Food Safety and Applied Nutrition o CFSAN) es la entidad responsable de temas de inocuidad de los alimentos. El Departamento para la Inocuidad de la Leche de CFSAN ejerce una responsabilidad específica de la inocuidad de productos lácteos por conducto de la Ordenanza para la Leche Pasteurizada (PMO).

El Centro para la Medicina Veterinaria (CVM), la Oficina para la Vigilancia y el Cumplimiento (Office of Surveillance and Compliance o OS&C), en cooperación con la USDA, EPA y agencias estatales, son las entidades responsables de garantizar que los procedimientos de la manufactura sean las aceptables y que se mantengan para el alimento balanceado animal medicado y en el uso de los aditivos en el alimento balanceado animal.

Uno de los aspectos de la vigilancia del CVM incluye la auditoría a los fabricantes de alimento balanceado animal y revisión de los registros de alimento balanceado animal con medicamento para así garantizar el cumplimiento al igual que protegerles contra la contaminación cruzada de alimentos balanceados para animales.

El Departamento de la Inocuidad de la Leche del CFSAN es el responsable de administrar el Programa Nacional de Monitoreo de los Residuos de Fármacos en la Leche (Drug Residue Milk Monitoring Program o NDRMMP) para garantizar la inocuidad de la leche cruda. Este programa se diseñó para monitorear todos los camiones cisterna de leche a granel, buscando la presencia de residuos antibióticos antes que puedan entrar a las instalaciones de procesamiento.

Los Servicios Veterinarios de APHIS, el Servicio de Inspección de Salud Animal y Vegetal, son los principales responsables de controlar la detección, monitoreo y propagación de las enfermedades animales. APHIS colabora con otras agencias federales para la recolección de muestras para monitor de residuos químicos y de fármacos. Aún más, APHIS protege y mejora la salud, calidad y comerciabilidad de los animales, sus productos y los productos biológicos veterinarios al: prevenir, controlar y/o eliminar las enfermedades de los animales y al monitorear y promover la salud animal y la productividad. APHIS coordina la vigilancia y monitoreo junto con la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE).

**Figura 5.3**  
**Resumen**



## 5.7 RESUMEN

La meta del sistema de regulaciones, controles, inspecciones de monitoreo, estándares y especificaciones es la de garantizar que los productos lácteos que se produzcan y vendan nacional

e internacionalmente sean de la más alta calidad e inocuidad, desde la granja hasta la mesa del consumidor.

### Bibliografía

American Dairy Products Institute. 2014. Concentrate Milk Proteins Standard.

American Dairy Products Institute. ADPI Dairy Ingredients Standards. Illinois (IL): ADPI; 2016.

Code of Federal Regulations, Milk and Cream, title 21, sec. 131.125.

Code of Federal Regulations, Milk and Cream, title 21, sec. 131.127.

Code of Federal Regulations, Milk and Cream, title 21, sec. 131.147.

Food and Drug Administration. 2014. GRAS Notice No. GRN 000504.

Innovation Center for U.S. Dairy. Guidance for dairy product enhanced traceability. Illinois (IL): Innovation Center; 2016. p 1-51.

United States Department of Agriculture. 1984. United States standards for grades of nonfat dry milk (roller process).

United States Department of Agriculture. 2001. United States standards for grades of dry buttermilk and dry buttermilk product.

United States Department of Agriculture. 2001. United States standards for grades of dry whole milk.

United States Department of Agriculture. 2001. United States standards for grades of nonfat dry milk (spray process).

United States Department of Agriculture. 2013. United States standards for instant nonfat dry milk.

# 6

## Principales Características y Métodos de Prueba para Ingredientes de Leche Deshidratada



Los ingredientes lácteos producidos en Estados Unidos gozan de renombre en todo el mundo por su alta calidad e inocuidad. La alta calidad es el resultado del cumplimiento con las normas federales y de la industria, así como del esfuerzo de la industria por la más alta calidad posible. Por ejemplo, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) tiene normas que definen la composición de productos como la leche deshidratada sin grasa, la leche deshidratada sin grasa fortificada con vitaminas A y D, la leche entera deshidratada y la crema deshidratada. El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) tiene normas voluntarias de grados de calidad que se utilizan para definir claramente los atributos de los ingredientes, lo cual facilita las transacciones comerciales. Evaluadores altamente capacitados examinan que ingredientes como la leche entera deshidratada, la leche entera deshidratada instantánea, la leche deshidratada sin grasa, la leche deshidratada instantánea sin grasa, el suero de mantequilla deshidratado y los productos de suero de leche deshidratado cumplan con las normas oficiales de grados y procesos establecidos por el Servicio de Comercialización Agrícola del USDA.

El American Dairy Products Institute (ADPI) es una asociación industrial que desarrolla normas industriales para leche deshidratada sin grasa, leche deshidratada instantánea sin grasa, leche entera deshidratada, suero de mantequilla deshidratado, productos de suero de mantequilla deshidratado y leche entera deshidratada instantánea. El ADPI también publica normas industriales para leche descremada en polvo, leche entera en

polvo, proteínas lácteas concentradas y leche en polvo reducida en grasa. Diversas organizaciones publican métodos analíticos detallados para ingredientes lácteos deshidratados. Entre ellas están AOAC International que publica los Métodos Oficiales de Análisis (OMA), la Organización Internacional de Estandarización (ISO) y la International Dairy Federation (IDF). Los métodos de las tres organizaciones internacionales antes mencionadas se incluyen en las Normas del Codex Alimentarius "Métodos recomendados de análisis y muestreo", "CXS 234-1999 (última modificación en 2017)". Además, la American Public Health Association (APHA) publicó dos libros que son muy usados por la industria estadounidense: "Métodos estándar para la examinación de productos lácteos" (SMEDP) y el "Compendio de métodos para la examinación microbiológica de alimentos". ADPI y GEA Company también ofrecen protocolos que la industria utiliza de manera extendida. Debido a que los protocolos de los métodos están disponibles a través de sus páginas web, el objetivo de este capítulo no es repetir su contenido.

El principal propósito de este capítulo es dar un breve esbozo y una descripción general acerca de la importancia de las características principales de las leches en polvo y los principios de los métodos analíticos importantes cubriendo puntos clave. Además, también se incluye como referencia general una breve sección sobre la descripción general y la importancia de propiedades funcionales selectas (como gelificación, emulsificación, formación de espuma y estabilidad térmica) de las leches en polvo y leches en polvo altas en proteína, como los concentrados de proteína de leche.

## 6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y MÉTODOS DE ANÁLISIS

Las principales características de las leches en polvo se pueden dividir en cinco grupos principales:

- Organolépticas
- Químicas
- Físicas
- Funcionales
- Microbiológicas

## 6.2 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Las características organolépticas de las leches en polvo y los productos de leche deshidratada se relacionan con el sabor, aroma y color, incluyendo la presencia de partículas más oscuras conocidas como partículas quemadas. Éstas son características muy importantes que rigen la aceptabilidad de los consumidores. Las propiedades organolépticas de las leches en polvo por lo general se ven afectadas por muchos parámetros, incluyendo la

dieta de las vacas, el tiempo entre la ordeña y el procesamiento junto con la capacidad para refrigerar la leche de inmediato para preservar su frescura, la calidad microbiológica de la leche, la composición química de la leche, el tratamiento de procesamiento recibido durante la manufactura de las leches en polvo, así como otros factores como las condiciones de almacenamiento tras el procesamiento.

### Sabor, aroma y color

Las leches descremadas en polvo (SMP), las leches enteras en polvo (WMP), las leches en polvo altas en proteínas como el MPC80 y otros ingredientes lácteos deshidratados deben tener buenas características de sabor y aroma para consumo directo y aplicaciones de productos alimenticios. Deben tener sabores agradables, dulces y limpios y estar libres de defectos de sabor u otros sabores y olores no deseados. Los sabores no deseados presentes en los ingredientes lácteos deshidratados pueden persistir hasta el producto final y dar lugar a una mala calidad del mismo. Por lo tanto, las propiedades sensoriales y de sabor se consideran criterios muy importantes al evaluar las leches en polvo y otros ingredientes lácteos deshidratados.

La evaluación organoléptica de las leches en polvo sigue siendo muy subjetiva ya que cada polvo puede tener un perfil de sabor único. La evaluación se dirige más hacia identificar sabores no deseados.

Algunos usuarios finales pueden preferir algunos perfiles organolépticos muy específicos para aplicaciones particulares. El uso de un léxico de sabores, paneles de expertos sensoriales entrenados y/o pruebas químicas puede ser útil para ayudar a definir las propiedades organolépticas de los polvos.

El abuso durante las condiciones de procesamiento y de almacenamiento puede contribuir a problemas en el sabor. La evaluación organoléptica es la prueba más fácil de realizar y es una de las pruebas más críticas para la mayoría de los usuarios. Algunos sabores volátiles no deseados de las leches en polvo se pueden detectar sin instrumentos. Para pruebas de sabor, el polvo es reconstituido y puesto a prueba a temperatura ambiente. Es importante dejar que el polvo reconstituido se rehidrate adecuadamente (alrededor de 60 minutos) antes de que lo cate un panel entrenado. Para la SMP, el sabor puede variar de acuerdo con

el tratamiento térmico (bajo, medio, alto) aplicado a la leche antes de la evaporación y el secado por atomización, y algunos usuarios finales pueden preferir sabores ligeramente cocinados.

### Partículas quemadas

Las partículas quemadas son pequeñas partículas de leche en polvo oscurecida que son el resultado de la exposición al calor en el secador por atomización y en los sistemas que transportan la leche en polvo a contenedores de almacenamiento antes del envasado. La baja actividad hídrica y la exposición al aire caliente permiten que la reacción de Maillard oscurezca algunas partículas de leche si permanecen en el sistema por mucho tiempo. Algunos usuarios finales consideran que las partículas quemadas son indeseables, mientras que, dependiendo del uso final del polvo, su presencia puede ser intrascendente.

Dependiendo del tipo de polvo que habrá de analizarse, se utilizan diferentes conjuntos de procedimientos para la determinación de las partículas quemadas. Por ejemplo, la preparación de la muestra diferirá, pero todos los métodos implican la filtración de la leche reconstituida usando un disco o almohadilla filtrante, seguida de una comparación visual del material restante en el disco seco usando la impresión fotográfica de las "Normas de partículas quemadas para leches deshidratadas" o el disco estándar para clasificación. Con base en esta comparación y de acuerdo con el peso, intensidad y color de las partículas quemadas observadas en el disco filtrante, las partículas quemadas son expresadas como Disco A (7.5 mg), Disco B (15.0 mg), Disco C (22.5 mg) o Disco D (32.5 mg). La mayoría de los fabricantes y usuarios finales prefiere el método de ADPI para el análisis de partículas quemadas. El procedimiento y la descripción sobre cómo interpretar los resultados se proporcionan con una imagen que está disponible en ADPI así como en los "Métodos estándar para la examinación de productos lácteos" y los métodos analíticos publicados por GEA Niro.

## 6.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

El análisis químico de la leche en polvo incluye principalmente humedad, grasas, proteínas totales, nitrógeno no proteico, lactosa, cenizas y otros nutrientes como calcio. Las pruebas de rutina más importantes se describen a continuación.

### Contenido de humedad

El contenido de humedad es un parámetro importante ya que tiene un gran impacto sobre la calidad microbiana, la vida de anaquel y los cambios relacionados con el almacenamiento de las leches en polvo. El propósito de analizar el contenido de humedad es determinar el porcentaje de humedad no ligada o "libre" en la

leche en polvo. El objetivo es que sea inferior a 5%, siguiendo las regulaciones del CFR o la norma del Codex. Otros niveles, por ejemplo, 4%, pueden ser el objetivo para cumplir con la norma voluntaria de calidad o las especificaciones del comprador. El contenido de humedad, y más específicamente la actividad hídrica, pueden influir para mantener la calidad del polvo. Un contenido demasiado alto de humedad y una temperatura elevada pueden promover el oscurecimiento de las leches en polvo durante el almacenamiento debido a la reacción de Maillard, comprometiendo así su vida de anaquel. Un mayor contenido de humedad también puede promover la cristalización de la lactosa y el aglutinamiento



del polvo. También puede producir defectos de sabor y color, como ya se describió en la sección 6.2 de este capítulo.

La industria utiliza diferentes métodos para la determinación del contenido de humedad, dependiendo del producto que habrá de analizarse o el propósito de la determinación de la humedad. El método más común para la determinación de la humedad es el método gravimétrico que implica la determinación de la pérdida de peso en porcentaje después de secar el polvo. Las condiciones de secado tendrán un impacto sobre los resultados obtenidos. El método AOAC 927.05 recomienda secar al vacío a 100 °C (212°F) durante aproximadamente cinco horas, en tanto que el ISO 5537 (IDF 26) emplea ventilación forzada y una temperatura mucho más baja de 87 °C (288.6°F). El secado a una temperatura de 100 °C (212°F) o más alta puede permitir la liberación de parte del agua de la cristalización junto con la humedad libre, aumentando así la pérdida de masa, lo cual da como resultado una sobreestimación del contenido de humedad libre de la muestra.

Los productores y los usuarios finales pueden elegir determinar la humedad total (libre y ligada). La humedad total en productos secados se puede determinar usando el método de titulación de Karl Fischer (KF). Al utilizar este método, la determinación de la humedad se basa en calcular la concentración de yodo en el reactivo KF y la cantidad total de reactivo KF usado para la titulación. Este método se puede emplear para cualquier tipo de producto lácteo deshidratado, en particular para aquellos que contengan polvos de lactosa cristalizada. Además, a muchos productores puede interesarles determinar el agua de la cristalización. El agua de la cristalización (%) de un polvo se puede determinar de manera sencilla calculando la diferencia entre la humedad total y la humedad libre determinada conforme a los métodos descritos antes. Los detalles sobre los métodos gravimétricos para la determinación de la humedad se pueden encontrar en los Métodos Oficiales de Análisis (OMA) publicados por AOAC, IDF, ISO y SMEDP. Los detalles sobre el método Karl Fischer se pueden encontrar en SMEDP y Rückold et al., 2000.

## pH

El pH es el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno. Es una medida de la actividad de los iones de hidrógeno que indica acidez. El potencial eléctrico entre el electrodo de medida y el electrodo de referencia se determina mediante el uso de una sonda y un medidor de pH calibrado utilizando soluciones buffer con valores definidos de pH. El pH normal de la leche es entre 6.6 y 6.8. El pH normal de la SMP y la WMP debe estar en el rango de 6.5 a 6.8. Un pH menor tendría un impacto negativo sobre la funcionalidad de la SMP y la WMP. El procedimiento para la determinación del pH se puede encontrar en SMEDP15.022. En este procedimiento, la medición de pH se realiza en una solución

reconstituida al 10% de leche en polvo deshidratada sin grasa o una solución reconstituida al 13% de leche entera en polvo deshidratada.

## Acidez titulable

Muchos componentes naturalmente presentes en la leche son ácidos por naturaleza y pueden contribuir a la acidez de la leche, la cual por lo general se conoce como acidez aparente, mientras que la acidez desarrollada es la porción de acidez titulable que se desarrolla como resultado de la conversión de la lactosa a ácido láctico por la acción del crecimiento bacteriano. La prueba de acidez titulable (AT) se utiliza como una medición de la calidad de la leche. Una acidez titulable mayor generalmente indica que la lactosa en la leche ha sido metabolizada para producir ácido láctico por crecimiento bacteriano. La leche fresca o la leche de buena calidad no debe contener nada de ácido láctico desarrollado ya que la lactosa no debe haberse descompuesto por crecimiento bacteriano.

La medición de la acidez titulable incluye medir tanto la acidez aparente como la acidez desarrollada. Existen diversos métodos que se utilizan para medir la AT. En Estados Unidos, la acidez titulable por lo general se expresa como (%) de ácido láctico y se determina por la titulación de una cantidad conocida de leche reconstituida con 0.1 N NaOH usando fenolftaleína o pH como indicador. Se mide la cantidad de NaOH usada para cambiar el valor del pH de la leche fresca (cerca de 6.7) a un pH de 8.2-8.4 (punto final de fenolftaleína) y se calcula el porcentaje de AT. A mayor cantidad de 0.1 N NaOH usado, mayor será la acidez titulable y viceversa. El procedimiento y los detalles del cálculo se pueden encontrar en SMEDP 15.021 y ADPI. ISO 6091 (IDF 86) es otro método propuesto, pero difiere un poco de los métodos estadounidenses típicos.

## Contenido de grasa butírica

Los métodos Gerber, Mojonnier y Rose-Gottlieb son métodos comunes disponibles para medir el contenido de grasa en la leche y los productos lácteos. En el método Gerber, la grasa se separa mediante la adición de ácido sulfúrico y alcohol amílico en 58 productos lácteos que contienen grasas directamente en butirómetros especialmente calibrados seguido de centrifugación. Este sencillo método por lo general se utiliza en controles de calidad de rutina, mientras que el método Rose-Gottlieb y el método Mojonnier (una versión ligeramente modificada del método Rose-Gottlieb) son más especializados y, en la mayoría de los países, se consideran los métodos estándar para el análisis de la grasa butírica en los polvos. En estos métodos, la grasa del polvo se extrae usando solventes, seguido de una eliminación de los solventes usando evaporación y secado. Con frecuencia,

los resultados de las pruebas pueden variar de acuerdo con los métodos usados para el análisis porque algunos métodos utilizados para la determinación de la grasa butírica pueden medir los ácidos libres o fosfolípidos y algunos métodos no pueden medir estos componentes. SMEDP, AOAC, IDF e ISO cubren los métodos Rose-Gottlieb y Mojonnier. El método Mojonnier modificado de extracción con éter es reconocido por IDF/ISO y AOAC. Los números del método son ISO 1736:2008 (IDF 9:2008) y los Métodos Oficiales AOAC 989.05 y 932.06 para la preparación de las muestras y el protocolo modificado al comenzar con una muestra de leche deshidratada.

### Contenido de grasa libre

Esta prueba se utiliza principalmente para WMP y otros polvos que contengan grasas. Idealmente, para la mayoría de las aplicaciones de productos, con excepción de la manufactura de leche de chocolate, toda la grasa en la WMP debe estar presente como glóbulos finos cubiertos con una membrana y distribuidos uniformemente en las partículas. Sin embargo, hay una porción de grasa que no está cubierta con la membrana. Esta porción de grasa se conoce como grasa libre superficial o grasa libre. Con frecuencia, la presencia de grasa libre puede ser resultado de la pérdida de estabilidad de la emulsión en la leche entera y en las leches compensadas con grasa. La grasa libre superficial de un polvo puede llevar al deterioro del sabor debido a una rápida oxidación, lo cual afectaría la aceptabilidad de los consumidores. La cantidad de grasa libre superficial en los polvos tendrá una influencia directa sobre su vida de anaquel y también será directamente responsable

de una superficie no humedecible cuando el polvo se mezcla con agua fría, lo cual afecta su humectabilidad y fluidez. Por lo tanto, es importante determinar el contenido de grasa libre superficial de la leche en polvo. La determinación de la grasa libre en la superficie de las partículas de la leche en polvo se basa en la extracción de grasa sobre la superficie de las partículas usando un solvente como éter de petróleo o tolueno.

### Proteínas

Las proteínas son un componente muy valioso económicamente de la leche e ingredientes deshidratados basados en la leche. Son altamente nutritivas y tienen un impacto significativo sobre varias características funcionales como la gelificación, la retención de agua, la emulsificación, la formación de espuma, el batido, la viscosidad, etc. Varias normas incluyen requisitos de contenido de proteínas. Por ejemplo, la CODEX STAN 207-1999 exige que la SMP contenga un nivel mínimo de proteínas de 34% con base en sólidos no grasos. El principio Kjeldahl es el método estándar utilizado para determinar el contenido de nitrógeno de la muestra que luego se multiplica por 6.38, el factor para convertir el resultado a proteína láctea. SMEDP, AOAC, ISO e IDF detallan los métodos para la determinación de proteínas. La determinación del nitrógeno total en la leche es reconocida por IDF/ISO y AOAC. Los números de los métodos son ISO 8968-1:2014 (IDF 20-1:2014) y Métodos Oficiales AOAC 991.20 y 930.29 para la preparación de la muestra y el protocolo modificado al comenzar con una muestra de leche deshidratada.

## 6.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

### Higroscopicidad

La higroscopicidad es la capacidad de un polvo de absorber humedad del aire circundante. Las leches en polvo y muchos otros ingredientes lácteos deshidratados son higroscópicos por naturaleza. Esto significa que pueden absorber fácilmente la humedad de la atmósfera húmeda. Cuando el nivel de humedad en el aire es alto y si no están protegidas por el envasado, las leches en polvo absorben humedad de la atmósfera y se vuelven pegajosas, grumosas o se aglutinan y, en consecuencia exhiben una menor fluidez y solubilidad. Dichos cambios afectan la facilidad de manejo y el uso del producto.

La higroscopicidad de las leches en polvo es una medición de la cantidad de humedad que puede absorber del aire una cierta cantidad de polvo de leche. Con frecuencia se mide pasando aire con un nivel conocido de humedad (por lo general 90% de humedad a 20°C [68 °F]) principales características y métodos

de prueba para ingredientes lácteos deshidratados sobre un polvo hasta llegar al equilibrio, y luego se mide el peso que ganó el polvo. Las leches en polvo con higroscopicidades mayores no son deseables, ya que los polvos que absorben cantidades mayores de humedad se pueden aglutinar durante el almacenamiento. El contenido y el estado de la lactosa tienen impacto sobre la absorción de agua de las leches en polvo (por ejemplo, polvos con bajo contenido de lactosa como el MPC80 absorben poca humedad, lo cual no produce pegajosidad ni aglutinamiento, mientras que los polvos con alto contenido de lactosa, como los polvos de suero de leche, absorben humedad, lo cual ocasiona pegajosidad y aglutinamiento). Los métodos detallados para determinar la higroscopicidad están disponibles a través de GEA Niro y Schuck et al.

## Densidad aparente

La densidad aparente es una medición de la masa de leche en polvo que ocupa un volumen fijo. Depende de varios factores como la densidad de las partículas, la porosidad interna de las partículas y la distribución de las partículas en el contenedor. Las categorías de densidad aparente incluyen densidad compactada, densidad aparente suelta y densidad aparente aireada. La densidad aparente de las leches en polvo es importante para elegir la maquinaria apropiada para su procesamiento. Para detalles del método, por favor consulte el método de la Norma IDF 134:2005 (ISO 8967) y el Método Analítico GEA Niro No. A2a.

## Actividad hídrica ( $a_w$ )

La actividad hídrica,  $a_w$ , es una expresión de la disponibilidad de agua como solvente o reactivo. Se caracteriza por la proporción entre la presión del vapor de agua del producto y la presión del vapor del agua pura a la misma temperatura. En el caso del agua, la actividad hídrica es 1. En el caso de alimentos, la actividad hídrica es  $< 1$ , debido a la capacidad de los componentes químicos de los alimentos de retener agua. Se expresa en una escala sin dimensiones del 0 al 1. La  $a_w$  de los productos de leche deshidratada es en gran medida una función del contenido de humedad y la temperatura. La  $a_w$  aumenta con un incremento en la temperatura de almacenamiento. La composición y el estado de los componentes individuales en la leche en polvo también desempeñan un papel importante.

Se ha reportado que la actividad hídrica controla el crecimiento microbiano o la estabilidad microbiana de alimentos específicos. De hecho, también existe una  $a_w$  crítica bajo la cual ningún microorganismo puede crecer, lo cual indica que el crecimiento microbiano en los alimentos está regido no sólo por el contenido de humedad de los alimentos, sino también por la actividad hídrica. Además del crecimiento microbiano, la actividad hídrica también controla los cambios relacionados con el almacenamiento como la oxidación de lípidos, la reacción de Maillard y el aglutinamiento de las leches en polvo. Con un aumento en la actividad hídrica de más de 0.3 o un contenido de humedad de más de aproximadamente 7%, las leches en polvo se pueden volver higroscópicas, lo cual da lugar a la cristalización de la lactosa. Para detalles del método, consulte el método ISO 21807:2004.

## Grado de aglutinamiento

El grado de aglutinamiento es la cantidad de polvo que aparece como grumos que no puede pasar a través de un tamiz de malla de 500 micrómetros ( $\times m$ ) después de permitir primero que el polvo absorba la humedad del aire con humedad conocida hasta lograr el equilibrio y liberando luego la humedad con secado. Lo que queda en el tamiz se expresa como el grado de aglutinamiento. Este

método se puede utilizar para todos los productos deshidratados. Para más detalles, consulte el Método GEA Niro A15a.

## Fluidez

El flujo adecuado de las leches en polvo es importante tanto para los fabricantes como para los usuarios finales para facilitar el envasado, manejo y medición. La fluidez es la capacidad de un polvo de fluir y se mide como el tiempo en segundos para que cierto volumen de polvo salga de un tambor rotatorio a través de una hendidura de un tamaño específico. Esto es una medición de la característica de flujo libre de la leche en polvo. Los polvos con grandes aglomerados y unas cuantas partículas finas por lo general tienen buenas propiedades de flujo libre. GEA Niro tiene un procedimiento de prueba para la determinación de la fluidez.

## Humectabilidad

Como sugiere el término, la humectabilidad del polvo es el potencial de un polvo para humedecerse y absorber agua a cierta temperatura. De hecho, la International Dairy Federation (IDF) ha definido la humectabilidad como "el tiempo en segundos requerido para que todas las partículas de una muestra de leche deshidratada instantánea se humedezcan (se hundan debajo de la superficie del agua o adopten una apariencia húmeda 'típica') cuando se colocan sobre la superficie del agua".

Durante el proceso de humectación, el agua entra a los vacíos entre las partículas del polvo a través de la acción capilar y reemplaza el aire en los vacíos. El polvo aglomerado tiene mejor humectabilidad en comparación con las partículas finas y no aglomeradas. Factores como la composición, el tamaño de las partículas o la cantidad de grasa libre superficial pueden afectar la humectabilidad de un polvo.

La humectabilidad se ve afectada por la temperatura del agua usada; por lo tanto, la temperatura del agua siempre debe especificarse en las pruebas de humectabilidad. Las leches en polvo que se humedecen fácil y rápidamente suelen denominarse leches instantáneas en polvo. Por ejemplo, la leche descremada en polvo que se humedece en menos de 15 segundos se denomina instantánea. No hay ningún requisito para la leche entera en polvo, pero los usuarios finales suelen preferir una humectabilidad de menos de 60 segundos para la leche entera. Varios procesos tras el secado y mejores prácticas (como la aglomeración o el tratamiento con lecitina de las partículas de polvo que producen partículas de polvo de alta densidad y un transporte cuidadoso de aglomerados) pueden ayudar a mejorar la humectabilidad de los ingredientes lácteos deshidratados. GEA Niro cuenta con un procedimiento de prueba para la determinación de la humectabilidad.

## Dispersibilidad

La capacidad de un polvo de separarse en partículas individuales cuando se dispersa en agua con una agitación moderada es una consideración importante en entornos industriales. Las leches en polvo con buena dispersibilidad por lo general tienen buena humectabilidad. Si la leche en polvo no se dispersa fácilmente en agua, tiende a formar grumos o sedimentos. La formación de sedimentos puede provocar que tome más tiempo y se requiera más energía para solubilizar el polvo por completo.

Existen diversas técnicas disponibles para medir la dispersibilidad de las leches en polvo. Estas técnicas determinan la facilidad con la que un polvo forma una solución bajo condiciones normales de mezclado en el hogar; sin embargo, muchas de ellas no están estandarizadas. Están sujetas a errores de los operadores, lo cual dificulta la obtención de resultados reproducibles entre laboratorios. Los métodos estándar para determinar la dispersibilidad y la humectabilidad fueron publicados por IDF y Schuck et al., 2012. Una muestra de polvo con contenido conocido de agua se extiende uniformemente sobre la superficie de agua a 25 °C (77 °F). La mezcla se agita manualmente por poco tiempo y parte de la mezcla se filtra a través de un tamiz. Se determina el contenido total de sólidos del líquido recolectado. Por último, la dispersibilidad se calcula a partir de la masa de la porción de prueba y los valores del contenido de agua y sólidos totales.

## Índice de solubilidad

La solubilidad, que corresponde a la desaparición de la estructura granular después de la solubilización y la rehidratación completas del polvo, es una característica importante de las leches en polvo. Los polvos con mala solubilidad pueden causar dificultades en el procesamiento, no tendrán la funcionalidad deseada y pueden producir pérdidas económicas ya que los sólidos de la leche se pueden perder como material insoluble.

Diversos factores pueden contribuir a la mala solubilidad de las leches en polvo, como la presencia de partículas muy finas en la leche descremada en polvo no aglomerada o un polvo con un alto contenido de proteínas lácteas, como el MPC con más de 70% de contenido de proteínas, el cual requiere más tiempo para solubilizarse por completo. Otros factores que influyen directamente sobre la insolubilidad de las leches en polvo están vinculados con la intensidad de los tratamientos térmicos acumulativos recibidos durante el proceso de manufactura y secado.

La prueba tradicional de solubilidad de hecho mide la insolubilidad. El sedimento producido cuando se reconstituyen las leches en polvo se mide en términos de un índice de insolubilidad. Esta prueba implica disolver el polvo en agua a una temperatura

específica usando una mezcladora durante 90 segundos. La leche reconstituida se deja luego durante 15 minutos y la cantidad de sedimento en el fondo del tubo se mide en mililitros después de la centrifugación, lo cual recibe el nombre de índice de solubilidad. Varias fuentes como GEA, ADPI, IDF e ISO ofrecen protocolos para medir el índice de insolubilidad de la leche deshidratada y los productos lácteos deshidratados.

## Índice de nitrógeno proteico del suero de leche

El índice de nitrógeno proteico del suero de leche (WPNI) expresa la cantidad de proteínas no desnaturalizadas del suero de leche en la leche deshidratada sin grasa y otras leches en polvo. El valor obtenido es la base de la clasificación térmica para la leche descremada en polvo: temperatura baja, temperatura media o temperatura alta. El valor del WPNI proporciona una indicación de la intensidad de los tratamientos térmicos acumulativos recibidos durante todo el proceso de manufactura de la leche en polvo. La intensidad de todo el tratamiento térmico afecta el grado de desnaturalización de las proteínas del suero de leche, su agregación e interacciones con las micelas de la caseína: en última instancia, afecta las propiedades funcionales de las leches en polvo. Debido a que el WPNI da una indicación indirecta de las propiedades funcionales, el WPNI de la leche deshidratada sin grasa y la leche descremada en polvo se especifica generalmente. El WPNI se expresa en miligramos (mg) de nitrógeno proteico del suero de leche no desnaturalizado por gramo de polvo.

El principio de la prueba del WPNI implica la rehidratación de la leche en polvo, la extracción de la caseína y las proteínas desnaturalizadas del suero de leche caliente a través de filtración. Las proteínas no desnaturalizadas del suero de leche presentes en el filtrado luego son desnaturalizadas mediante la adición de HCl y se desarrolla turbidez (dependiendo de la concentración de proteínas del suero de leche presentes en el filtrado). La turbidez se mide como porcentaje de transmitancia en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 420 nm.

Al usar una curva estándar, esta lectura se puede convertir directamente a miligramos de nitrógeno proteico de suero de leche no desnaturalizado / g de polvo. Muchos usuarios finales deciden el uso de las leches en polvo con base en su WPNI. Por ejemplo, el polvo de temperatura alta (WPNI <1.5 mg/g de polvo) es más idóneo para aplicaciones de repostería, mientras que el polvo de temperatura baja (WPNI >6.0 mg/g de polvo) es ideal para la fortificación de leche líquida y leche para quesos. El polvo de temperatura media es un producto multifuncional que proporciona emulsificación, retención de agua, viscosidad y sabor. Por lo tanto, se utiliza en una gran variedad de aplicaciones alimenticias. Además de su uso en helados, confitería y otros productos alimenticios manufacturados, la SMP de temperatura media es un ingrediente clave en la manufactura de leche

condensada endulzada recombinada. El rango del WPNI para polvo de temperatura media es amplio (1.51-5.99 mg/g de polvo), por lo que el tratamiento de precalentamiento puede variar para producir polvos con propiedades funcionales personalizadas.

Los dos tipos de polvos de temperatura media son: 1) polvos de temperatura media (4.50-5.99mg/g de polvo) y 2) polvos de temperatura media-alta (1.51-4.49mg/g de polvo). Es importante señalar que el WPNI no necesariamente mide o proporciona una indicación sobre la estabilidad térmica y no debe usarse como indicador sobre su idoneidad para la producción de leche evaporada recombinada. El WPNI tampoco mide ni indica la viscosidad de un

polvo cuando se utiliza en leche condensada endulzada recombinada. En consecuencia, se requieren pruebas independientes para estas propiedades. Se recomienda a los fabricantes realizar pruebas piloto con varios polvos para identificar el tipo de polvo con el rango más idóneo de WPNI para su aplicación tratamiento de precalentamiento puede variar para producir polvos con propiedades funcionales personalizadas.

Esta clasificación general se utiliza para NDM y los valores y términos están definidos en el Suplemento de los Estándares Estadounidenses para Grados de Leche Deshidratada sin Grasa (Proceso por atomización).

Tabla 1: Clasificación del tratamiento térmico de leche deshidratada sin grasa

CLASIFICACIÓN	ÍNDICE DE NITRÓGENO PROTEICO DEL SUERO DE LECHE* (MG/G)	APLICACIONES RECOMENDADAS
Temperatura baja	≥ 6.00	Fortificación de leche líquida, estandarización de leche para quesos, leche descremada fermentada, cultivos de bacterias iniciadoras de la fermentación, bebidas lácteas y productos recombinados, helados, yogurts
Temperatura media	1.51-5.99	Mezclas preparadas, helados, yogurts, confitería, productos cárnicos, productos lácteos recombinados
Temperatura alta	≤1.50	Repostería, confitería, productos cárnicos, helados, mezclas preparadas, retención de agua, gelificación

\*Las temperaturas mayores y/o los tiempos de retención prolongados contribuyen directamente a la desnaturalización de las proteínas del suero de leche. Este índice se emplea como una medición de los efectos térmicos cumulativos durante todo el proceso de manufactura de la SMP, incluyendo el tratamiento de precalentamiento y el calor recibidos durante la evaporación y el secado por atomización.

## 6.5 CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

Las leches en polvo y los ingredientes lácteos deshidratados altos en proteínas como los MPCs se utilizan como ingredientes multifuncionales en las formulaciones de muchos productos alimenticios. Además de proporcionar un excelente valor nutricional, estos ingredientes contribuyen a un sabor único, textura deseable y muchas otras propiedades funcionales (como gelificación, retención de agua, emulsificación, estabilización, formación de espuma, batido y viscosidad) en los productos finales. Por otro lado, son ampliamente aceptados por los consumidores como ingredientes naturales y pueden proporcionar "etiquetas limpias" atractivas para los consumidores en los productos envasados. Debido a sus funcionalidades únicas, la industria de bebidas y alimentos considera que estos ingredientes son muy importantes.

### Retención de agua y gelificación

Las proteínas lácteas se utilizan como agentes gelificantes. La red de gel está soportada por enlaces covalentes, hidrofóbicos, electrostáticos y de hidrógeno. Además, la red de gel está influida por las condiciones ambientales como el pH, la temperatura, la presión y las sales. Existen dos tipos principales de geles usados de manera extendida: geles inducidos por el cuajo (por ejemplo, el queso) y geles inducidos por ácidos (por ejemplo, el yogurt).

Estos geles retienen agua y grasas, proporcionan soporte estructural y propiedades de retención de agua. Las propiedades de gelificación y retención de agua de las proteínas de la leche pueden contribuir a diversos aspectos de los alimentos incluyendo la apariencia visual, la microestructura y las propiedades reológicas que, en última instancia contribuyen a la textura

en boca, la percepción sensorial y diversas funcionalidades de los productos alimenticios. La capacidad de retención de agua de los ingredientes puede tener efectos significativos sobre la maquinabilidad de los productos finales al modificar la viscosidad de los alimentos. La retención de agua también afecta la reología y la textura de los alimentos. Los ingredientes lácteos deshidratados como las leches en polvo y los MPCs se utilizan en quesos, yogurt, sopas, salsas y muchos otros productos alimenticios por sus excelentes propiedades de gelificación o retención de agua. El mayor contenido de humedad en muchos alimentos, a través de las propiedades de gelificación y retención de agua de los ingredientes lácteos, ayuda a mejorar el perfil sensorial al aumentar la liberación de sabor, lo cual es especialmente importante al formular productos reducidos en grasa como salsas y sopas reducidas en grasa.

## Emulsificación

La emulsificación es una propiedad importante de las leches en polvo y los ingredientes de proteínas lácteas. La emulsificación se relaciona con la capacidad de las proteínas de la leche en polvo para adsorber y desdoblarse rápidamente en la interfaz aceite-agua y estabilizar una gota de emulsión. A veces, esta propiedad se conoce como su actividad superficial. Los ingredientes de proteínas deshidratadas poseen excelentes propiedades de emulsificación y se usan mucho para formar y estabilizar de manera efectiva la emulsión en muchos productos como salsas, sopas y helados, así como en productos de repostería y quesos.

Las excelentes propiedades de emulsificación de los ingredientes lácteos ayudan en la dispersión eficiente de las grasas en muchos productos, lo cual puede reducir el nivel de grasa de algunas formulaciones de productos y evitar defectos como la formación de crema, coalescencia y el desprendimiento de aceite, permitiendo que todos los ingredientes permanezcan uniformemente dispersos.

## Formación de espuma

Para ciertas aplicaciones de productos como el café expreso, helados y productos de repostería, mousses, coberturas batidas y merengues, la formación de espuma es una característica esencial para el desarrollo de la textura y la textura en boca deseadas por el consumidor. La proteína de leche tiene una capacidad excelente para generar una espuma estable, incluyendo la estabilización de espuma de leche formada con vapor, que hace que las leches en polvo y los MPCs sean ingredientes deseables para dichas aplicaciones. Las leches en polvo que contienen citrato tienen mejores propiedades de formación de espuma tanto en aplicaciones a temperatura baja como alta. La adición de citrato a 0.1 mol/kg de sólidos no grasos

de leche al concentrado de leche durante la manufactura del polvo ha demostrado que mejora las propiedades de formación de espuma con vapor de la leche. GEA Niro cuenta con un método para la medición de la formación de espuma.

## Estabilidad térmica

Los ingredientes lácteos deshidratados se utilizan en las formulaciones de diversos alimentos y bebidas. En muchos casos, estos alimentos y bebidas están sujetos a intensos tratamientos térmicos como el tratamiento UHT o la esterilización con autoclave a fin de extender su vida de anaquel y asegurar la inocuidad para el consumo humano. Por lo tanto, es importante asegurar que las leches en polvo y los ingredientes lácteos deshidratados que se utilizarán en aplicaciones de alimentos y bebidas y que requerirán tratamiento térmico intenso sean estables térmicamente.

La leche pasa primero por un tratamiento térmico en la etapa de manufactura y luego un tratamiento térmico posterior de los productos alimenticios que contengan la leche en polvo reconstituida como ingrediente. Es así que la estabilidad térmica de la leche en polvo es altamente deseable para tratamientos térmicos posteriores. Por ejemplo, la leche en polvo que se utilizará para leche evaporada recombinada, UHT o esterilización con autoclave posee excelente estabilidad térmica; de lo contrario, las proteínas se coagularán durante o poco tiempo después del procesamiento térmico.

Para evaluar si la leche en polvo y los ingredientes deshidratados son adecuados para tratamientos térmicos intensos, una práctica normal es determinar su estabilidad térmica. La estabilidad térmica de la leche es una función de su estabilidad proteica y la capacidad de las proteínas de sobrevivir a un procesamiento térmico intenso sin cambios perjudiciales como turbidez excesiva, mayor viscosidad, separación de fases, precipitación o gelificación. La estabilidad térmica de la leche es sensible al pH, las sales de la leche y la concentración de proteínas de la leche. Existen diversos métodos que se pueden usar para determinar la resistencia relativa a la coagulación inducida por calor y la precipitación de los sólidos de leche. Si bien no existe un método estándar para la determinación de la estabilidad térmica, el tiempo de coagulación por calor (HTC) se utiliza de manera extendida. La prueba implica preparar una solución de leche que luego se sella en un tubo de vidrio y se coloca en un baño de aceite con temperatura controlada hasta que ocurra la coagulación. Se mide el tiempo para que ocurra una coagulación visible. Las temperaturas comúnmente usadas son 140°C (285 °F) para leche normal o 120°C (248°F) para leche concentrada.

### Prueba del café

La estabilidad de las proteínas de la leche se ve afectada por una temperatura alta y un pH bajo (como en el café). La termoestabilidad en un ambiente ácido se expresa con el número de partículas blancas sobre la superficie después de reconstituir el polvo en el café caliente. El método DF 203 ISO 15322:2005 (también conocido como la prueba de estabilidad del café) mide

la estabilidad de las proteínas y su resistencia a la floculación. La estabilidad de las proteínas de los polvos usados para bebidas calientes se analiza añadiendo el polvo al café caliente para determinar si hay partículas floculadas (aglutinadas) sobre la superficie. Si las proteínas en la leche en polvo no son estables, se producirá floculación o coagulación de las proteínas al mezclarlas con el café caliente. Es importante asegurar que las leches en polvo y los ingredientes lácteos deshidratados resistan la prueba del café.

## 6.6 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

### Recuento estándar en placa/ Recuento aerobio en placa / Recuento total en placa

El recuento estándar en placa (SPC) es el método más usado por la industria láctea para estimar las poblaciones microbianas mesófilas en los productos lácteos. Se expresa como unidades formadoras de colonias (UFC) por gramos y es un indicador de la calidad del producto que está integrado en muchas especificaciones de productos. Por ejemplo, la especificación voluntaria del USDA para la clasificación "Grado Extra de EUA" de la leche deshidratada no instantánea sin grasa exige que el producto no contenga más de 10,000 UFC por gramo por recuento estándar en placa. El método de análisis más común es el crecimiento bacteriano en la placa de agar de los métodos estándar incubada a 32°C (89.6 °F) durante 48 horas. Los procedimientos para determinar el recuento estándar en placa en los productos lácteos están incluidos en SMEDP, el Manual Analítico Bacteriológico (BAM) de la FDA y AOAC.

Las leches en polvo con frecuencia incluyen especificaciones para bacterias termófilas. El método también utiliza agar para métodos estándar, pero se incuba a 55°C (131 °F) durante 48 horas.

### Coliformes

La prueba de coliformes mide los niveles de un grupo de bacterias que son aerobias y bastoncillos gramnegativos anaerobios facultativos no formadores de esporas que son capaces de fermentar la lactosa con la producción de ácido y gas a 32-35°C (89.6-95 °F) en un plazo de 48 horas, cuando se cultivan en placas de agar bilis rojo violeta.

Una prueba cualitativa para bacterias coliformes usando caldo de lactosa consiste en tres fases: presuntiva, confirmativa y completa. La prueba presuntiva es positiva cuando un tubo de cultivo que contiene lactosa es inoculado con la muestra de la prueba e incubado a 35°C (95 °F) durante 24 horas produce gas. En la prueba de confirmación, un medio selectivo que contiene lactosa es inoculado con las bacterias sospechosas y luego es incubado a 35°C (95 °F) durante 24 horas. Si se produce gas, entonces se

realiza la prueba completa para confirmar la presencia de bacterias coliformes para producción de gas.

El recuento de bacterias coliformes es una indicación de la calidad de las prácticas usadas para asegurar un procesamiento, limpieza y sanitización adecuados, incluyendo la contaminación durante el post-procesamiento. Forma parte de muchas especificaciones de productos. Los procedimientos para determinar los coliformes en productos lácteos están contenidos en los SMEDP.

### Recuento de esporas aerobias termófilas y mesófilas

Sólo ciertos tipos de bacterias pueden formar endosporas bacterianas (esporas) como mecanismo de supervivencia cuando las condiciones ambientales ya no son idóneas para el crecimiento. Las esporas son extremadamente resistentes al calor y a otras técnicas normalmente empleadas para eliminar organismos vegetativos durante el procesamiento de alimentos. El tipo de célula latente puede sobrevivir por años bajo condiciones secas. Es importante reconocer que no todas las esporas son iguales, sus características dependerán del organismo del que se formen y las condiciones bajo las cuales fueron producidas. Por ejemplo, hay diferencias en su capacidad para resistir tratamientos térmicos y en su capacidad para germinar y crecer para convertirse en un organismo vegetativo.

Los requerimientos de esporas en la leche y las leches en polvo por lo general están vinculados a las especificaciones del producto final: su procesamiento, condiciones de almacenamiento, vida de anaquel y preferencia del comprador si bien las especificaciones se proporcionan comúnmente, la falta de uniformidad de los protocolos de prueba sigue siendo un desafío global y una fuente de confusión. Existe una multitud de métodos usados para medir los niveles de esporas. Los resultados obtenidos pueden variar y dependen en gran medida del método de prueba elegido. Además,

la naturaleza de las esporas dificulta determinar con precisión los niveles del recuento de esporas en las muestras de polvos.

Por lo general, las esporas termofílicas y mesofílicas o los organismos formadores de esporas serán el enfoque de las pruebas realizadas en la leche en polvo. Como con otras pruebas microbiológicas en muestras de polvo, las pruebas de esporas se realizan en leche en polvo reconstituida en donde suele usarse una dilución 1:10. Exclusiva de las pruebas de esporas, a una parte alícuota de la muestra reconstituida se le aplica primero un tratamiento térmico (choque térmico) que tiene dos funciones: 1) se espera que elimine las células vegetativas, permitiendo así que el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) refleje sólo el recuento de esporas, y 2) ayuda a detonar la germinación de esporas. La temperatura y la duración del tratamiento térmico varían según el método y tendrán un impacto sobre los resultados del recuento de esporas. Se utilizan temperaturas de 80°C (176 °F) a 106°C (229 °F), durante 10 a 30 minutos; las cargas térmicas mayores (por ejemplo, superiores a 100°C [212 °F] a 106 °C [223 °F] durante 30 minutos) también tendrán el efecto de eliminar las esporas sensibles al calor, permitiendo así la selección de la porción de población de esporas con la mayor resistencia al calor.

A continuación, dependiendo del nivel esperado de esporas en la muestra, pueden realizarse diluciones en serie para asegurar la

legibilidad de las placas. La muestra se coloca en placas usando ya sea la técnica de vertido en placa o extensión en placa. El tipo de medio de agar usado para permitir que las esporas se conviertan en organismos vegetativos que forman colonias en el agar también varía dependiendo del método elegido.

Estudios recientes han demostrado que la elección del medio tendrá un impacto sobre el número de UFC contadas, aunque no tendrá tanto impacto como el tratamiento térmico y la temperatura de incubación elegidos. Los agares comúnmente usados son: agar de soya tripticaseína, (TSA), agar para recuento en placa de leche (PCMA), agar para métodos estándar (SMA) o agar para recuento en placa (PCA), agar dextrosa triptona (DTA) y agar de infusión cerebro-corazón (BHI). Una vez solidificadas, las placas se invertarán y se colocarán en una incubadora a temperaturas seleccionadas entre 30–35°C (86–95°F), aproximadamente durante 48–72 horas, para recuentos mesofílicos, o a 55°C (131°F) durante aproximadamente 48 horas, si el enfoque son los organismos termofílicos. Los procedimientos para determinar las esporas bacterianas aerobias y otros formadores de esporas en los productos lácteos están disponibles en los Métodos Estándar para la Examinación de Productos Lácteos (SMEDP), el Compendio de Métodos para Examinaciones Microbiológicas de Alimentos y a través de ISO e IDF.

## Bibliografía

American Dairy Products Institute. ADPI Dairy Ingredient Standards. Illinois (IL): ADPI; 2016.

AOAC International. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL (OMA), 20th Edition, 2016.  
<http://www.eoma.aoac.org/>

Beuchat L. 1981. Microbial stability as affected by water activity [bacteria, fungi, spoilage]. *Cereal Food World*. 26: p. 345–351.

Bodyfelt FW, Tobias J, Trout GM. The sensory evaluation of dairy products. New York (NY): Van Nostrand

Reinhold; 1988. Chapter 8, Sensory evaluation of cheese; p. 300–376.

Code of Federal Regulations, Milk and Cream, title 21, sec. 131.

Codex Alimentarius Commission, Codex Standard for Milk Powders and Cream Powder, CODEX STAN 207-1999.

Codex Alimentarius Commission, Recommended Methods of Analysis and Sampling, CXS 234-1999.

Drake MA, Karaguk-Yuceer Y, Cadwallader KR, Cville GV, Tong PS. 2003. Determination of the sensory attributes of dried milk powders and dairy ingredients. *J Sens Stud*. 18(3): 199–216.

Driscoll NR, Brennan CP, Hendricks DG. 1985. Sensory quality of nonfat dry milk after long-term storage. *J Food Sci*. 68(8): 1931–1935.

Euston SR, Hirst RL. 2000. The emulsifying properties of commercial milk protein products in simple oil-in-water emulsions and in a model food system. *J Food Sci*. 65(6): 934–940.

Food and Drug Administration. 2001. Bacteriological Analytical Manual.

GEA, Analytical Methods for Dry Milk Products. <https://www.gea.com/en/products/analytical-methods-dry-milk-products.jsp>

GEA Niro. Milk Powder Technology. 5th ed. Denmark: GEA Niro Research Library; 2010. Chapter, Analytical methods raw milk, concentrate and powder properties; p. 183–221.



- IDF, International Dairy Federation, <https://www.fil-idf.org/>
- ISO, International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/>
- Kelly PM, Oldfield DJ, O'Kennedy BT. 1999. The thermostability of spray dried imitation coffee whiteners. *Int J Dairy Technol.* 52(3): P107-113.
- Krešić G, Lelas V, Režek Jambrak A, Herceg Z, Rimac Brnčić S. 2008. Influence of novel food processing technologies on the rheological and thermophysical properties of whey proteins. *87(1): 64-73.*
- Liang Y, Patel H, Matia-Merino L, Ye Aiqian, Golding M. 2013. Structure and stability of heat-treated concentrated dairy-protein-stabilised oil-in-water emulsions: a stability map characterisation approach. *Food Hydrocolloids.* 33: 297-308.
- Lucey, JA. 2002. Formation and physical properties of milk protein gels. *85(2): 281-294.*
- Patel HA, Anema SG, Holroyd SE, Singh H, Creamer LK. 2007. Methods to determine denaturation and aggregation of proteins in low-, medium- and high-heat skim milk powders. *Le Lait.* 87(4-5): 251-268.
- Patel HA, Singh H, Havea P, Considine T, Creamer LK. 2005. Pressure-induced unfolding and aggregation of the proteins in whey protein concentrate solutions. *J Agric Food Chem.* 53(24): 9590-9601.
- Rückold S, Grobecker KH, Isengard-HD. 2000. Determination of the contents of water and moisture in milk powder. *368(5): 522-527.*
- Schuck P, Dolivet A, Jeantet R. *Analytical Methods for Food and Dairy Products.* Oxford (UK): John Wiley & Sons; 2012.
- Sharma A, Jana A, Chavan R. 2012. *Functionality of Milk Powders and Milk-Based Powders for End Use Applications—*  
*A Review.* *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 11(5): 518-528
- Sikand V, Tong P, Walker J. 2010. Heat stability of reconstituted, protein-standardized skim milk powders. *J Dairy Sci.* (93)12: 5561-71.
- Singh H. 2004. Heat stability of milk. *Int J Dairy Technol.* 57(2-3): 111-119.
- Standard Methods for the Examination of Dairy Products 17th Edition, 2004.
- Štencel J. 1999. Water activity of skimmed milk powder in the temperature range of 20-45 °C. *Acta Vet Brno.* 68: 209-215.
- United States Department of Agriculture. 2001. United states standards for grades of nonfat dry milk (spray process).
- Ye A. 2010. Functional properties of milk protein concentrates: emulsifying properties, adsorption and stability of emulsions. *Int Dairy J.* 21(2011): 14-20.

# 7

## Propiedades Nutricionales de las Leches en Polvo, Concentración de Proteína de Leche y Aislado de Proteína de Leche



BY DOUG DIRIENZO, PH.D.

*Quadrant Nutrition, Hendersonville, NC*

La leche en polvo descremada y la entera, los Concentrados de Proteína Láctea (MPC, por sus siglas en inglés) y la Proteína Láctea Aislada (MPI, por sus siglas en inglés) son alimentos nutritivos y sus ingredientes contienen abundante proteína de alta calidad, así como minerales y vitaminas. El paquete de nutrientes que

contienen estos ingredientes los hace ideales para su uso en una amplia variedad de productos, que van desde los productos lácteos hasta la fabricación de suplementos para productos diseñados para la nutrición de atletas y de personas mayores.

El presente capítulo ofrece información nutricional sobre estos ingredientes y enfatiza los conocimientos científicos más recientes relativos a los beneficios que ofrece su consumo.

## 7.1 UNA MIRADA GENERAL A LA COMPOSICIÓN DE LAS PROTEÍNAS PRESENTES EN LOS PRODUCTOS LÁCTEOS

El hecho de que la leche de vaca en polvo es una excelente fuente de proteína de alta calidad es reconocido. La proteína representa el 36% de los sólidos totales presentes en la leche descremada y el 26% en la leche entera.

Como puede verse en la Tabla 1, la proteína de leche de vaca es una mezcla heterogénea de proteínas. Del total de la proteína presente en la leche, alrededor del 80% es caseína, en tanto que el 20% restante es proteína de suero. La caseína consiste en  $\alpha$ -s1 caseína,  $\alpha$ -s2 caseína,  $\beta$ -caseína,  $\kappa$ -caseína y en fracciones de caseína. Las proteínas de suero, que permanecen solubles tras la precipitación de la caseína, están formadas fundamentalmente de  $\beta$ -lactoglobulina y de  $\alpha$ -lactalbúmina. Otras proteínas de suero presentes son la albúmina de suero, la inmunoglobulina y la lactoferrina.

**Tabla 1: Proteínas de la leche de vaca**

PROTEÍNA Y FRACCIÓN DE PROTEÍNA	COMPOSICIÓN EN LECHE DESCREMADA (G/L)
<b>CASEÍNA</b>	
$\alpha$ -s1-Caseína	12-15
$\alpha$ -s2-Caseína	3-4
$\beta$ -Caseína	9-11
$\kappa$ -Caseína	2-4
<b>PROTEÍNA DE SUERO (NO CASEÍNA)</b>	
$\beta$ -Lactoglobulina	2-4
$\alpha$ -Lactoglobulina	0.6-1.7
Albúmina de suero (SA)	0.4
Inmunoglobulinas	0.45-0.75
Lactoferrina	0.02-0.1

Dependiendo del producto, los MPCs y MPIs comerciales pueden contener desde el 40% hasta más del 90% de proteína. El proceso de filtración concentra la caseína y las proteínas de suero, lo que da como resultado relaciones similares a las presentes en la leche. Los productos mixtos de caseína contienen una relación más alta de esta proteína

Los productos lácteos, tales como la leche en polvo y los concentrados de proteína láctea, son fuente de proteínas de alta calidad, pues son fuentes ricas de aminoácidos esenciales, necesarios para la construcción de tejido muscular y otras proteínas en el cuerpo. Los aminoácidos esenciales (indispensables) se requieren para el crecimiento y deben obtenerse en la dieta, pues el cuerpo no puede sintetizarlos todos o al menos no en cantidades suficientes. Los nueve aminoácidos considerados esenciales en la dieta son los siguientes: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofán y valina. Tres de estos aminoácidos (la isoleucina, la leucina y la valina) son aminoácidos de cadena ramificada. Los aminoácidos de cadena ramificada, especialmente la leucina, cumplen funciones importantes en el cuerpo, incluyendo la estimulación de la síntesis de proteína muscular, algo que se abordará con mayor detalle un poco más adelante en este mismo capítulo. En la Tabla 2 se da la composición de los aminoácidos presentes en los productos lácteos secos, así como en los MPCs y la MPI.

Tabla 2: Composición de Aminoácidos de la Leche en Polvo, así como de ciertos MPCs y MPI

AMINOÁCIDO (g/100 g DE PRODUCTO)	LECHE DESCREMADA EN POLVO <sup>1</sup>	LECHE ENTERA EN POLVO <sup>2</sup>	MPC40 <sup>3</sup>	MPC70 <sup>3</sup>	MPC85 <sup>3</sup>	MPI <sup>3</sup>
Isoleucine	2.19	1.59	1.69	3.17	3.75	3.83
Leucina	3.54	2.58	3.15	5.83	6.86	6.98
Valina	2.42	1.76	2.04	3.75	4.46	4.51
Histidina	0.98	0.71	0.92	1.70	2.01	2.06
Lisina	2.87	2.09	2.65	4.96	5.90	5.98
Metionina	0.91	0.66	0.66	1.52	1.88	2.01
Fenilalanina	1.75	1.27	1.63	3.00	3.54	3.57
Treonina	1.63	1.19	1.37	2.56	2.98	3.00
Triptófano	0.51	0.37	0.47	0.87	0.96	1.02
Alanina	1.25	0.91	0.96	1.77	2.11	2.16
Arginina	1.31	0.95	1.19	2.18	2.62	2.66
Ácido aspártico	2.74	2.00	2.49	4.60	5.37	5.45
Cistina	0.33	0.24	-	-	-	-
Cisteína	-	-	0.24	0.43	0.51	0.52
Glicina	0.77	0.56	0.55	0.97	1.13	1.15
Ácido glutámico	7.57	5.51	6.98	12.95	15.20	15.45
Prolina	3.50	2.55	3.03	5.71	6.67	6.95
Serina	1.97	1.43	1.60	3.07	3.57	3.53
Tirosina	1.75	1.27	1.67	3.23	3.89	3.93

Valores dados para <sup>1</sup>Leche, en polvo, descremada, regular, sin vitamina A ni vitamina D adicionales; y <sup>2</sup>Leche, en polvo, entera, sin vitamina D adicional, respectivamente. <sup>3</sup>USDEC: análisis promedio de muestras industriales, hechos en Laboratorios Medallion (MPC40: n=1, MPC70: n=3, MPC85: n=2, MPI: n=4).

### Calidad de la Proteína

Se han utilizado diversos métodos para medir la calidad de la proteína. Se incluyen: valor biológico (VB), utilización neta de proteína (UNP), relación de eficiencia proteínica (REP) y calificación de aminoácido proteínico corregido para digeribilidad (PDCAAS, por sus siglas en inglés). Tanto los productos lácteos como los ingredientes recibieron calificaciones altas utilizando los cuatro métodos. Estas calificaciones se basan en la retención de proteínas o en el crecimiento resultante de una proteína de

prueba dada a animales y han sido sustituidas en gran medida por el método PDCAAS que se describe en la página que sigue.

Además, la FAO ha recomendado recientemente un nuevo método de calificación de calidad: la Calificación de Aminoácidos Indispensables Digeribles (DIAAS, por sus siglas en inglés). En la Tabla 3 se muestran las calificaciones BV, NPU y PER para varias proteínas.

Tabla 3: Calificación de Calidad para Proteínas Clave

FUENTE DE PROTEÍNA	VALOR BIOLÓGICO (BV)	RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICAS (PER)	UTILIZACIÓN NETA DE PROTEÍNA (NPU)
Concentrado de proteína de suero	104	3.2	92
Huevo entero	100	3.8	94
Leche de vaca	91	3.1	82

Tabla 3 (continúa)

FUENTE DE PROTEÍNA	VALOR BIOLÓGICO (BV)	RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEÍNICA (PER)	UTILIZACIÓN NETA DE PROTEÍNA (NPU)
Carne roja	80	2.9	73
Casína	77	2.7	76
Proteína de soya	61	2.1-2.2	61

A diferencia de las mediciones BV, NPU y PER, el método PDCAAS evalúa la calidad de la proteína con base en los requisitos humanos de aminoácidos y la Organización para los Alimentos y la Agricultura de las Naciones Unidas/Organización Mundial de la Salud la adoptó como su método preferido para determinar la calidad de la proteína en 1990.

La fórmula para calcular PDCAAS es la siguiente:

$$\text{PDCAAS}(\%) = \frac{\text{mg de aminoácido limitante en 1 g de proteína de prueba}}{\text{mg del mismo aminoácido en 1 g de proteína de referencia}} \times \text{digeribilidad fecal real}(\%) \times 100$$

La leche y los ingredientes lácteos reciben altas calificaciones PDCAAS, lo que refleja su capacidad de suministrar aminoácidos esenciales a la dieta. Dado que las proteínas de MPCs y MPI se obtienen mediante un proceso de filtrado, se espera que sus calificaciones PDCAAS sean similares a las de la leche descremada en polvo.

Si bien la calificación PDCAAS se considera una prueba apropiada de calidad proteínica y se utiliza de manera rutinaria, también tiene sus limitaciones. Una limitación del método PDCAAS consiste en que el valor de digeribilidad proteínica se basa en la digeribilidad proteínica fecal cruda, determinada en un estudio hecho con ratas. Dichos valores son imprecisos, pues no toman en cuenta la contribución del metabolismo microbiano que ocurre en el colon al total de proteína fecal.

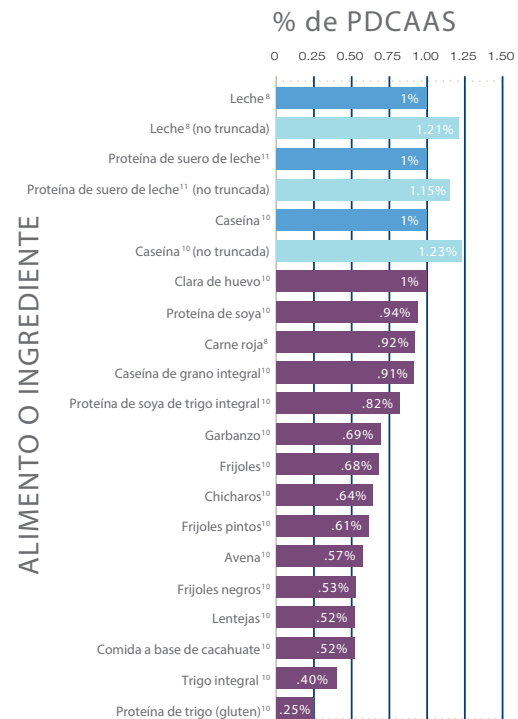
Además, al utilizar el sistema de calificación PDCAAS, los valores relativos a proteínas de alta calidad como las de la leche y el suero aparecen "truncados"; es decir, se redondean a 1.0, cuando en realidad sus valores se hallan muy por encima de 1.0; esto ocurre por el parámetro de que en el PDCAAS no se requiere ningún valor superior a 1.0 en el caso de proteína alguna.

Sin embargo, las calificaciones truncadas de las proteínas de alta calidad eliminan información relativa a la capacidad de dichas proteínas de compensar los niveles más bajos de aminoácidos esenciales que proporcionan proteínas de menor calidad en dietas mixtas.

El impacto en el método PDCAAS de factores antinutricionales (como los inhibidores de tripsina), a menudo hallados en fuentes vegetales de proteína, tampoco se aborda. Finalmente, los patrones de calificación de aminoácidos usados refleja la cantidad mínima de requisitos proteínicos, no necesariamente las ingestas óptimas. El PDCAAS de fuentes proteínicas clave aparece en la Figura 7.1.

En 1993, la Agencia de Alimentos y Fármacos (FDA, por sus siglas en inglés) de los EE.UU. también reemplazó al método PER con el método PDCAAS (58 Fed Reg 2079), con excepción de las evaluaciones de alimentos infantiles, que siguen evaluándose con el método PER de determinación de calidad proteínica.

**Figura 7.1**  
**PDCAAS de Fuentes Proteínicas Clave**



\*Ejemplos del impacto de mezclar proteínas con valores PDCAAS altos y bajos

En años recientes, los investigadores han propuesto un nuevo método—la Calificación de Aminoácidos Indispensables Digeribles (DIAAS, por sus siglas en inglés)—para determinar la calidad de la proteína. La DIAAS es similar a la PDCAAS, pues se basa en la relación existente entre la presencia de un aminoácido indispensable en un gramo de proteína de alimento y una proteína de referencia. Difiere en que el nuevo método utiliza un valor mejorado (digeribilidad del aminoácido medida a partir de muestras tomadas en el ilio terminal del intestino delgado) y no en la medición de digeribilidad conforme a la proteína cruda fecal, que es menos preciso y que es el método que se usa en el PDCAAS. La digeribilidad del aminoácido medida en el ilio terminal ofrece una mejor indicación de la cantidad de aminoácidos absorbidos. Idealmente, la digeribilidad del aminoácido debería medirse en humanos, pero dado que esto no es práctico, se mide en cerdos en crecimiento como segunda mejor opción, que a su vez es seguida de ratas en crecimiento.

Deberá determinarse el DIAAS para cada aminoácido indispensable en la proteína del alimento y estableciéndose el valor más bajo como el

DIAAS de la proteína en cuestión. A diferencia del PDCAAS, cuando una proteína alimenticia presenta un DIAAS mayor a 1.0, no se trunca.

Recientemente se publicaron los valores DIAAS para 14 proteínas medidas en ratas macho en crecimiento. De todas las proteínas estudiadas, los MPCs y las proteínas de suero arrojaron los valores más altos. Es interesante señalar que los investigadores notaron que los valores PDCAAS no truncos generalmente son mayores que los valores DIAAS, especialmente en el caso de proteínas de menor calidad, lo que podría tener importancia práctica en poblaciones que consumen proteínas de calidad marginal o pobre en sus dietas. Conforme vayan reuniéndose más datos sobre la digeribilidad de aminoácidos iliales en humanos, el DIAAS puede sustituir al PDCAAS como mejor método para determinar la calidad de la proteína alimenticia.

Conforme vayan reuniéndose más datos sobre la digeribilidad de aminoácidos iliales en humanos, el DIAAS puede sustituir al PDCAAS como mejor método para determinar la calidad de la proteína alimenticia.

## 7.2 BENEFICIOS DE SALUD DE LAS PROTEÍNAS LÁCTEAS

Las proteínas lácteas son proteínas de alta calidad gracias a su excelente digeribilidad y a su capacidad de suministrar aminoácidos esenciales. Además de proveer aminoácidos esenciales para el crecimiento y el desarrollo, las proteínas lácteas contienen grandes cantidades de aminoácidos de

cadena ramificada (BCAA, por sus siglas en inglés): leucina, isoleucina y valina. Se ha constatado que los BCAA, y especialmente la leucina, son los mejores estimulantes del anabolismo proteínico muscular y reducen la ruptura proteínica.

Tabla 4: Contenido de Amino Ácidos Esenciales y de Leucina en los Alimentos

FUENTE	AMINOÁCIDOS ESENCIALES, % TOTAL DE PROTEÍNA	LEUCINA, % TOTAL DE PROTEÍNA
<b>FUENTES VEGETALES</b>		
Lenteja	40	7.9
Frijoles negros	39	8.4
Maíz	38	12.2
Soya	38	8.0
Chicharos	37	7.8
Arroz	37	8.2
Avena	36	7.7
Cañamo	34	6.9
Papa	33	5.2
Trigo	30	6.8
<b>FUENTES ANIMALES</b>		
Suero	52	13.6
Leche	49	10.9

Table 4 (continúa)

FUENTE	AMINOÁCIDOS ESENCIALES, % TOTAL DE PROTEÍNA	LEUCINA, % TOTAL DE PROTEÍNA
Caseína	48	10.2
Carne roja	44	8.8
Huevo	44	8.5
Bacalao	40	8.1
Tejido muscular humano	45	9.4

Como puede verse en la Tabla 5, las proteínas de la leche también pueden tener efectos fisiológicos en el cuerpo. Se ha demostrado que las proteínas de la leche ofrecen una amplia gama de funciones benéficas, como una mejor absorción de calcio y un mejor funcionamiento del sistema inmune. Se han documentado los mecanismos antimicrobianos de las proteínas de suero, como las inmunoglobulinas, la lactoferrina, la lactoperoxidasa, la lisozima y los glicomacropéptidos.

Las inmunoglobulinas de la leche y el suero tienen efectos profilácticos y terapéuticos contra los microorganismos específicos que ocasionan la diarrea, la gastritis y la disentería. Korhonen ofrece una amplia y actualizada revisión de las subfracciones proteínicas del calostro y la leche bovinos, así como de sus efectos fisiológicos y beneficios a la salud.

Tabla 5: Efectos fisiológicos reportados de las proteínas de la leche

FRACCIÓN PROTEÍICA	PAPEL O FUNCIÓN BIOLÓGICOS
<b>Caseínas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\alpha</math>-s1-Caseína</li> <li>• <math>\alpha</math>-s2-Caseína</li> <li>• <math>\beta</math>-Caseína</li> <li>• <math>\kappa</math>-Caseína</li> </ul>	Fungen como vehículos de los minerales. Los péptidos bioactivos de la caseína pueden tener efectos anti-hipertensivos, antitrombóticos, antimicrobianos, de modulación del sistema inmune y antiopioides.
<b><math>\beta</math>-Lactoglobulina</b>	Funge como vehículo, se une a los minerales, a las vitaminas solubles en grasa y a los lípidos. Contiene una alta concentración de BCAA. Se ha demostrado que los péptidos obtenidos de esta fracción proteínica tienen propiedades anti-hipertensión, reducen la actividad microbiana, reducen el colesterol presente en la sangre e inducen la tolerancia oral.
<b><math>\alpha</math>-Lactalbúmina</b>	Se ha reportado que esta proteína o sus péptidos tienen efectos de modulación del sistema inmune: así como también tienen efectos antimicrobianos, antivirales, anti-hipertensivos y antioxidantes. Pueden mejorar el estado de ánimo, regular el sueño y el nivel de estrés, probablemente por el hecho de que mejoran los niveles de serotonina. Recientes investigaciones han sugerido que la-lactalbúmina y los complejos de ácido oleico (BAMLET) podrían tener el potencial de matar células tumorosas y jugar un papel en la prevención del cáncer.
<b>Albúmina</b>	Podría tener propiedades antioxidantes y anticancerosas. Se une a los ácidos grasos libres.
<b>Inmunoglobulinas</b>	Las inmunoglobulinas (por ejemplo, la IgA, la IgM, la IgE y la IgG) favorecen la función pasiva inmune. Las preparaciones a base de inmunoglobulina bovina podrían tener beneficios tanto para infantes como para adultos mayores.
<b>Lactoferrina</b>	Se une al hierro y se piensa que puede tener propiedades antimicrobianas, antivirales, anti-inflamatorias, anticancerígenas y de regulación del sistema inmune. Podría ayudar a mejorar la erradicación del H. pylori, así como los niveles de hierro. Puede ser beneficiosa para la salud oral, intestinal y ósea. Su uso también podría ser útil en la reducción de la sepsis y las infecciones, especialmente en infantes nacidos con un bajo peso.
<b>Lactoperoxidasa</b>	Tiene propiedades antibacterianas. Se ha utilizado como conservante, así como en los dentífricos como agente anti-caries y también se le han hallado propiedades antioxidantes y de mejoramiento del sistema inmune.

Además de la composición de los aminoácidos, las tasas de digeribilidad pueden tener un impacto tanto en el porcentaje como en la duración de los aminoácidos que pasan al torrente sanguíneo. Las tasas de

digeribilidad de las dos fracciones principales de proteínas lácteas, caseína y suero, son distintas. La caseína forma cuajada en el estómago, lo que hace más lenta la digestión y el paso al intestino delgado. En contraste

con lo anterior, la proteína de suero se digiere velozmente y produce un rápido aumento en los niveles de aminoácidos en el torrente sanguíneo y, por lo mismo, se le ha designado como una proteína “rápida”.

Las diferencias en el porcentaje y la duración de los aminoácidos que entran al torrente sanguíneo pueden tener un efecto en los procesos fisiológicos de señalización, como la estimulación de la síntesis de proteínas en los músculos; también puede tener un efecto en el momento óptimo de consumo de la proteína. Al digerirse, las proteínas lácteas también son fuente de diversas proteínas y péptidos bioactivos, que pueden tener beneficios a la salud más allá de su valor de nutrición. El efecto de muchos de estos péptidos se ha demostrado in vitro o en estudios

hechos con animales; por ejemplo, Chatterton y sus colaboradores han reportado efectos anti-inflamatorios en los péptidos lácteos, lo que puede resultar beneficioso para el sistema gastrointestinal infantil.

Se requiere más investigación clínica para confirmar los beneficios de los péptidos lácteos en la salud humana; sin embargo, se ha demostrado su efectividad en seres humanos de algunos péptidos, como es el caso de los que hacen disminuir la presión sanguínea.

Se han producido y puesto comercialmente a la venta productos específicamente diseñados para aumentar la disponibilidad de péptidos que hacen disminuir la presión sanguínea.

## 7.3 EL IMPACTO DE LAS PROTEÍNAS LÁCTEAS EN LA NUTRICIÓN, LA FISIOLÓGÍA Y LA SALUD

### Composición corporal

La composición corporal alude a la proporción relativa de grasa corporal y masa libre de grasa (órganos, huesos y tejido muscular) que constituye el cuerpo humano. Con la edad, generalmente aumenta la grasa corporal y se reduce la masa ósea, lo que puede llevar a padecimientos crónicos, como enfermedades cardiovasculares, infartos, diabetes tipo 2 y osteoporosis, así como a una menor productividad y calidad de vida. La capacidad de quemar energía de una persona depende en parte de su composición corporal. La pérdida muscular que se da con la edad y la menor actividad física reduce las necesidades de energía y a menudo da como resultado un aumento en la grasa corporal. Mantener un estilo de vida activo y hacer ejercicios de resistencia pueden ayudar a mantener la masa muscular. Asimismo, una mayor ingesta de proteína en la dieta puede ayudar a combatir la pérdida de tejido muscular asociada con la edad. Algunos estudios—no todos—han demostrado que el consumo de lácteos tiene un impacto benéfico en la reducción de la grasa corporal, así como en el aumento en la masa libre de grasa; este efecto es más constante cuando dicho consumo se combina con una restricción calórica. Un meta análisis de estudios de intervención arrojó una mayoría de resultados que muestran que la ingesta de calcio mejora la composición corporal, pero los beneficios sólo se detectaron cuando una ingesta regular de calcio de unos 700 mg/día o menos aumentó a alrededor de 1,200-1,300 mg/día.

Algunos estudios indican que el calcio presente en los productos lácteos puede tener un mayor efecto que otras fuentes de calcio. Así pues, es probable que otros componentes lácteos tengan algo que ver y se ha sugerido que podrían ser contribuyentes importantes. Entre los mecanismos que podrían favorecer los efectos beneficiosos

de la caseína y las proteínas de suero podrían estar un aumento en la sensación de saciedad, la termogénesis y la oxidación de lípidos.

Un estudio conducido por Baer y colaboradores encontró que los suplementos de suero de leche aumentaron el peso y la grasa corporales en comparación con el efecto de los carbohidratos sin restricción calórica. Los efectos de la proteína de soya en el peso y la grasa corporales no fueron diferentes de los grupos de suero o de carbohidratos. Los suplementos de proteína de suero dieron como resultado una menor circunferencia de cintura que los suplementos de soya o de carbohidratos. Tahavorgar y colaboradores compararon los

**La leche con chocolate es una bebida conveniente y asequible para consumir post-ejercicio. La leche con chocolate es una fuente óptima de proteínas de leche, fluido y sodio; todo ello ayuda en la recuperación muscular, la reducción de daños a músculo, y la resíntesis de glicógeno en músculo.**





efectos en el apetito, la pérdida de peso y las medidas antropométricas resultantes de ingerir 65g/día de proteína de suero, en comparación con 60g/día de proteína de soya como precargas alimenticias en hombres obesos durante 12 semanas. Encontraron que las precargas de proteína de suero eran significativamente más efectivas que las precargas de soya en términos de supresión del apetito, reducción de ingesta calórica y reducción de peso corporal, Índice Corporal de Masa (BMI, por sus siglas en inglés) y circunferencia de la cintura. Propiedades nutricionales de las leches en polvo, de los concentrados de proteínas lácteas y de las proteínas lácteas aisladas Se alienta a niños y a adolescentes a que consuman leche, si bien su consumo ha disminuido recientemente en los EE.UU. en tanto que la obesidad infantil ha aumentado. Dror llevó a cabo una revisión sistemática y un meta análisis de 22 estudios que examinaban la relación existente entre el consumo de productos lácteos y la obesidad entre niños y adolescentes. Los resultados no mostraban asociación alguna entre la ingesta diaria y la adiposidad en la infancia temprana y media, y sí un efecto protector modesto de la ingesta de lácteos contra la adiposidad en la adolescencia (12-19 años de edad). No se entienden los mecanismos por medio de los cuales el consumo de lácteos resulta modestamente protector contra la obesidad entre adolescentes, pero podrían ser los mismos que se observan como protectores contra problemas cardiometabólicos, mismos que se describen más adelante en este capítulo. Investigadores

### Proteínas Lácteas y Nutrición entre Adultos Mayores

El avance de la edad trae consigo una pérdida de músculo y función esqueléticos, así como de masa ósea y la población mayor tiene un mayor riesgo de padecer sarcopenia y osteoporosis que los individuos más jóvenes. La sarcopenia se refiere a la pérdida de masa y función muscular y afecta a entre el 5 y el 13% de la población de entre 60 y 70 años de edad, y a entre el 11 y el 50% de la población mayor a 80 años de edad.

La pérdida de músculo a menudo es acompañada por un aumento de la grasa corporal. La sarcopenia se asocia con muchos padecimientos crónicos relacionados con la edad, incluyendo la osteoporosis, las enfermedades cardiovasculares, el síndrome metabólico, la diabetes y la muerte prematura. Los individuos mayores no tienen una capacidad plena de utilizar la proteína dietética para construir masa muscular y fuerza y su síntesis muscular tras el consumo de proteína se reduce en comparación con la de individuos jóvenes sanos.

Nuevas evidencias indican que los adultos mayores necesitan más proteínas para apoyar una buena salud y ayudarlos a recuperarse de enfermedades. Recientemente, la Sociedad de Medicina Geriátrica, en cooperación con otras organizaciones científicas, formaron un panel internacional de expertos para revisar los requerimientos proteínicos de las personas de edad.

en Europa también llevaron a cabo un estudio seccional para determinar los factores de riesgo dietético en el caso de los padecimientos cardiovasculares (CVD, por sus siglas en inglés) entre adolescentes (12.5-17.5 años de edad) en ocho países distintos. Midieron las ingestas dietéticas, la antropometría y varios índices de riesgo de CVD, incluyendo la presencia de lípidos en sangre, la presión cardiovascular y la resistencia a la insulina en 511 niños y niñas.

Los resultados mostraron que el consumo de productos lácteos era el mejor factor de predicción de riesgo bajo o alto de padecer CVDs. Los resultados fueron distintos en el caso de las niñas. Por ejemplo, las medidas antropométricas—circunferencia de la cintura y suma de pliegues cutáneos—se asociaron inversamente al consumo total de productos lácteos tanto en niños como en niñas; sin embargo, sólo entre las niñas se encontró una asociación significativa inversa entre la calificación de riesgo de CVD y el consumo total de productos lácteos.

Estas observaciones dan apoyo adicional a las recomendaciones de alentar el consumo de leche durante la infancia y la adolescencia.

El consumo de leche y/o productos lácteos también ha demostrado mejorar la composición corporal cuando se le combina con ejercicio de resistencia o como parte de un programa de manejo del peso.



Las recomendaciones de ingesta proteínica para mantener la masa muscular fueron de 1.0-1.2 g de proteína/Kg de peso corporal; para quien hace ejercicio, 1.2 g/Kg de peso corporal y entre 1.2 y 1.5 g/Kg de peso corporal para individuos con enfermedades agudas o crónicas.

Una revisión llevada a cabo por Cochrane llegó a la conclusión de que la suplementación de proteína puede mejorar tanto la masa como la función muscular entre la gente de edad; este efecto es aún mejor si se combina con ejercicio. De manera similar, un meta análisis de seis estudios encontró que la suplementación proteínica a niveles de entre 10 y 63 gramos diarios, sobre todo de proteínas de origen lácteo, resultaba en un aumento del 38% en la masa libre de grasa y del 33% en fuerza, en comparación con un placebo. En otra revisión sistemática y meta análisis de nueve estudios controlados al azar, 462 adultos mayores o consumieron suplementos proteínicos y llevaron a cabo entrenamiento

de resistencia o se hallaban en el grupo de control, que también llevó a cabo entrenamiento de resistencia, pero no recibió suplemento alguno.

En tres estudios, la proteína se suplementó sobre una base de peso corporal de entre 0.3 y 0.8 g/Kg, en tanto que en los otros seis estudios, la base de suplementación fue de 6-40 g/día. La única diferencia significativa notada fue un aumento en la masa libre de grasa entre el grupo que recibió el suplemento; no hubo aumentos de masa muscular ni de fuerza asociados con el consumo del suplemento proteínico

El tipo de proteína consumido puede tener un impacto en el mantenimiento de la masa muscular. Algunos estudios—no todos—han mostrado que las proteínas de absorción rápida (como las del suero) podrían tener ventajas sobre las proteínas de absorción lenta, como la caseína, así como que las proteínas de origen animal (específicamente, las provenientes de los productos lácteos) podrían brindar beneficios adicionales a las proporcionadas por proteínas de origen vegetal, como las de la soya. Recientemente, en estudios en los que se proporcionaron proteínas de origen lácteo a gente mayor frágil, combinando dicha ingesta con ejercicio, el resultado fue una mayor masa muscular o una mejor función física.

Tanto el consumo de proteínas después del ejercicio como el consumo antes del mismo, así como la ingesta durante el día, son estrategias recomendables para ayudar a mantener masa muscular en la gente mayor. Se requiere más investigación para optimizar las estrategias de suplementación de proteína para ayudar a mantener la masa muscular durante el envejecimiento. Una reciente declaración con un amplio

consenso en relación con el papel que juegan las proteínas de la dieta en el mantenimiento de la masa muscular y la salud ósea en mujeres que han ya pasado por la menopausia recomienda ingestas óptimas de proteína de origen lácteo de entre 1.0 y 1.2 g/Kg de peso corporal/día, con al menos entre 20 y 25 g de proteína de alta calidad—como la proteína de origen lácteo—con cada comida, ingestas adecuadas de Vitamina D (800 UI/día) y calcio (1,000 mg/día), en conjunto con actividad física entre 3 y 5 veces por semana, en combinación con la ingesta de proteínas próxima a dicha actividad, ya que esto podría ayudar a promover la salud muscular y ósea relacionada con la edad.

Se ha expresado preocupación de que una dieta con mayor contenido proteínico podría acelerar la pérdida de masa ósea, debido a un aumento en la excreción de calcio, lo que aumentaría el riesgo de osteoporosis; sin embargo, las evidencias de los beneficios a la salud ósea de la ingesta de proteínas en la dieta ha hecho que algunos investigadores recomienden una mayor ingesta de proteínas para promover la salud ósea. Una revisión sistemática y un meta-análisis hallaron un efecto pequeño pero benéfico de la proteína dietética en la densidad mineral de la columna vertebral. Numerosos estudios han mostrado también que una baja ingesta de proteínas se asocia con una pérdida de densidad mineral ósea, en tanto que una mayor ingesta se asocia con la salud ósea, especialmente si se combina con una ingesta adecuada de calcio en la dieta. Un mayor consumo de proteínas puede tener un efecto positivo en la salud de los huesos al mantener la masa muscular, ayudar a una mejor absorción del calcio y al tener efecto en factores de crecimiento, como el factor-1 de crecimiento de insulina (IGF-1).

## Alimentación para el deporte

La Sociedad Internacional de la Nutrición para el Deporte reconoce que un gran número de investigaciones apoya la creciente necesidad de ingerir proteína en la dieta entre individuos que practican ejercicio con regularidad. Una ingesta de proteínas de entre 1.4 y 2.0 g/Kg. de peso corporal/día entre individuos físicamente activos es segura y puede tener efectos benéficos en la adaptación al entrenamiento. Además, la Sociedad declara que el uso de suplementos proteínicos en varias formas es una manera práctica de garantizar la ingesta adecuada de proteína de calidad. También otras instituciones y entidades han sugerido ingestas de proteínas por encima de la recomendación actual de la RDA (0.8 g./Kg. de peso corporal). En una declaración conjunta, el Colegio Estadounidense de Medicina Deportiva, la Academia de Nutrición y de Dietólogos de Canadá recomiendan una ingesta proteínica de 1.2-1.7 g/Kg. de peso corporal/día. Recientemente, se llevó a cabo un meta análisis para investigar la eficacia de la suplementación proteínica en la respuesta de los músculos de adultos jóvenes y mayores ante el ejercicio de resistencia prolongado. Los datos de 22 estudios clínicos en los que participó un total de 680 sujetos de estudio mostraron un efecto positivo



de la suplementación de proteína sobre la masa libre de grasa, así como una mayor fuerza, tanto en sujetos jóvenes como de mayor edad.

Propiedades nutricionales de las leches en polvo, de los concentrados de proteínas lácteas y de las proteínas lácteas aisladas. Las proteínas derivadas de la leche son proteínas de excelente calidad para los atletas y pueden obtenerse con facilidad tanto a través de la dieta como mediante suplementación. Muchos—aunque no todos—estudios muestran que las proteínas de origen lácteo estimulan la síntesis de proteína muscular después del ejercicio en mayor medida que las proteínas de soja. Se han llevado a cabo numerosos estudios para investigar el impacto de consumir proteínas de origen lácteo, especialmente proteína de suero, en la síntesis proteínica muscular posterior al ejercicio. Se cree que el aumento de proteína requerida para estimular la síntesis de proteína muscular está relacionado con la edad; los sujetos jóvenes requieren 20g de proteína de suero para lograr la máxima síntesis proteínica, en tanto que la cantidad correspondiente a sujetos mayores es de 40 g. La proteína de suero se considera una “proteína rápida”, que se digiere con gran velocidad y suministra mayores niveles de aminoácidos a la sangre, haciendo de ella un excelente suplemento a consumir después del ejercicio. Sus altos niveles de aminoácidos esenciales, incluyendo aminoácidos de cadena ramificada y especialmente leucina, estimulan la síntesis proteínica muscular. Las ventajas en relación con la síntesis proteínica muscular que tiene la proteína de suero en relación con otras proteínas de digestión más lenta, como la caseína, son especialmente evidentes en las primeras fases de la recuperación, en tanto que las proteínas de digestión más lenta, como la caseína, continúan

## Salud cardiometabólica

Clínicamente, se identifican al menos tres factores metabólicos de riesgo asociados con el síndrome metabólico, incluyendo la obesidad abdominal, un conteo elevado de triglicéridos, niveles altos de presión sanguínea y de glucosa en ayunas, así como niveles bajos de colesterol HDL. El síndrome metabólico aumenta el riesgo de desarrollar cardiopatías y otros problemas de salud, incluyendo la diabetes melitus tipo 2, así como el riesgo de sufrir infartos cerebrales. Una revisión sistemática encontró que el consumo de lácteos se asocia de manera inversa con el síndrome metabólico. Estudios adicionales han confirmado esta asociación inversa o hallado una asociación inversa entre la ingesta de productos lácteos y la presencia de diabetes tipo 2. Como ya se indicó, el consumo de dietas con un mayor contenido de proteínas puede ayudar a evitar la pérdida de masa muscular y el aumento de grasa corporal que ocurre con el envejecimiento, así como en individuos que se someten a dietas para perder peso. Un mayor consumo de proteínas de origen lácteo también ha demostrado reducir la grasa abdominal, la que se asocia especialmente con los desórdenes metabólicos. Además del impacto de las proteínas de origen lácteo en la composición corporal, entre otros efectos fisiológicos sobre otros

suministrando aminoácidos esenciales a la sangre un mayor tiempo durante el período de recuperación.

Así pues, las leches en polvo y los concentrados de proteínas de origen lácteo que contienen tanto proteínas de suero como caseína, también son proteínas ideales para el desarrollo de suplementos para la recuperación posterior al ejercicio. Además de las proteínas, los minerales dados por productos lácteos, tales como sodio, potasio y calcio, bien podrían ser fuente de electrolitos para la rehidratación después del ejercicio. Estudios han demostrado que el consumo de leche líquida puede ayudar a reparar el tejido muscular después del ejercicio: el consumo de leche en polvo debería tener un efecto similar. Además, para aquellos que se ejercitan con miras a perder peso, se ha demostrado que el consumo de leche descremada después de hacer ejercicio hace disminuir en un 25% el consumo de alimentos después del ejercicio, en comparación con los efectos de una bebida isoenergética de naranja.

También se ha visto que la proteína de suero es eficaz en la atenuación de la pérdida de masa muscular que ocurre durante las dietas de pérdida de peso. Hector et al. sometieron a sujetos obesos a una dieta de bajas calorías, dándoles suplementos ya fuera de proteína de suero, proteína de soja o de carbohidratos isoenergéticos por espacio de dos semanas. Encontraron que todos los grupos acusaron una reducción en sus tasas de síntesis proteínica muscular posterior al ejercicio, pero el nivel registrado entre los que consumieron proteína de suero fue mayor que entre los que consumieron proteína de soja. Este estudio apoya el uso de proteína de suero durante las dietas para perder peso como manera de ayudar a conservar masa corporal libre de grasa.

biomarcadores de padecimientos metabólicos, se cuentan mejores niveles de glucosa, mayor sensibilidad a la insulina, menor grado de rigidez arterial y menor presión sanguínea, así como un perfil más sano de lípidos en la sangre.

En un reciente estudio que condujeron Arciero et al, se demostró que añadir tres dosis de 20 gramos de proteína de suero al día tenía un efecto positivo en el mejoramiento de la composición corporal, así como en la salud cardiometabólica. Al combinarse con ejercicio, las mejoras en composición corporal y en marcadores cardiometabólicos aumentan.

Además de proteínas, otros nutrientes que proporcionan productos lácteos como las leches en polvo y los concentrados de proteínas de origen lácteo, como calcio, magnesio y potasio, pueden contribuir a una mejor salud cardiometabólica. Recientemente se publicaron revisiones del impacto que tienen las proteínas en el manejo de la diabetes tipo 2 y específicamente el impacto de los componentes de origen lácteo en los síndromes cardiometabólicos.

## 7.4 POBLACIONES ESPECIALES: INFANTES Y NIÑOS QUE PADECEN DESNUTRICIÓN

### DECLARACIÓN DE PRINCIPIOS

La USDEC, así como Productos Lácteos para la Nutrición Global apoyan plenamente el Código Internacional de Comercialización de Sustitutos de la Leche Materna, así como las directrices dictadas por la Organización Mundial de la Salud sobre el Manejo Comunitario de la Desnutrición Aguda Severa.

Entre las medidas de emergencia, la jerarquía de acciones que ha de seguirse para cumplir con el principio de “no dañar” en relación con las Directrices para la Alimentación y Infantes y Niños, el primer lugar lo ocupa la leche materna y la re-lactancia siempre que sea posible, seguido del empleo de nodrizas para el infante.

De no ser posibles ninguna de las dos primeras opciones, el uso de sustitutos de leche materna para niños menores a seis meses (cuando se ha establecido la necesidad partiendo de un buen nivel de conocimiento para la evaluación) deberá hacerse con fórmulas que cumplan con el Codex. Deberán utilizarse leches modificadas de origen animal como opción de sustitución. En el caso de infantes mayores a los seis meses de edad que no están lactando, el énfasis deberá hacerse en apoyo alimentario suplementario. El uso de sustitutos de leche materna sólo se considera en casos excepcionales (por ejemplo cuando se ha determinado poner a un infante de más de seis meses de edad a régimen de reemplazo en el contexto del padecimiento de VIH o de otras condiciones médicas).



### RECURSOS ADICIONALES

- Publicaciones de la Organización Mundial de la Salud, disponible en [www.who.org](http://www.who.org)
  - Código Internacional de Comercialización de Sustitutos de Leche Materna, publicado por la Organización Mundial de la salud, 1981.
  - Razones médicamente aceptables para usar sustitutos de leche materna, 2009
  - Directrices sobre VIH y alimentación infantil, 2010
- Publicaciones del Programa Mundial de Alimentos, disponible en [www.wfp.org](http://www.wfp.org)
  - Especificaciones Técnicas para los Alimentos Suplementarios Listos para Usarse, 2016
- Publicación de la USDA, disponible en [www.usda.gov](http://www.usda.gov)
  - Descripción de Objeto Comercial, Alimentos Terapéuticos Listos para Usarse (RUTF), 2012
- Publicaciones de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), disponible en [www.usaid.gov](http://www.usaid.gov)
  - Especificación de Producto de USAID Super Cereal Plus para su uso en Programas Internacionales de Asistencia a la Alimentación, 2016
  - Brindando Nutrición Mejorada, Abril 2011
  - Política de Alimentación Suplementaria a base de Leche Descremada en Polvo, Noviembre de 2001
  - Política de Alimentación Terapéutica a base de Leche Descremada en Polvo, Noviembre de 2001





### Ingredientes de origen lácteo en programas de asistencia alimenticia

Se estima en 155 millones (22.9%) a nivel mundial el número de niños menores de cinco años de edad con problemas de desarrollo físico (niños demasiado pequeños para su edad) y en 52 millones el de niños con emaciación (cuando un niño es demasiado delgado para su estatura), de los cuales 16 millones presentaron esta condición a niveles serios en 2016. La desnutrición y los problemas de desarrollo físico en los primeros dos años de edad pueden reducir la posibilidad de sobrevivencia de un niño, además de tener implicaciones de largo plazo, incluyendo menores capacidades cognitivas y un desempeño escolar más bajo, menor estatura, menor capacidad de generación y menor fertilidad. Si estos problemas se ven acompañados de un rápido aumento de peso en una etapa posterior de la infancia, existe también un mayor riesgo de desarrollar enfermedades crónicas como adultos. Cuando la ingesta y la calidad de las proteínas son bajas, los niños sufren de desnutrición, de afectaciones a su crecimiento y de un organismo con menor capacidad de defenderse contra las infecciones.

En casos de desnutrición aguda severa (SAM, por sus siglas en inglés) que requieren hospitalización, se utilizan los productos F-75 y F-100, formulados en un 100% con proteínas de leche en polvo. Los tratamientos comunitarios de la SAM se basan en el uso de alimentos terapéuticos listos para el consumo (RUTF, por sus siglas en inglés), mismos que típicamente contienen entre un 25 y un 30% de leche descremada en polvo o de concentrado de proteína de suero, además de azúcar, aceite, manteca de cacahuete y una mezcla de vitaminas y minerales. En 2007, la Organización Mundial de la Salud y otras entidades recomendaron el tratamiento de la SAM en comunidades y no mediante hospitalización en casos sin complicaciones. Además, la recomendación específicamente sostiene que “al menos la mitad de las proteínas presentes en los alimentos debían ser de origen lácteo.” Este nivel de ingredientes de origen lácteo es nutricionalmente importante. Como se mostró en un estudio doble ciego conducido al azar, la comparación de eficacia entre un RUTF con el 10% de contenido de productos lácteos más suplementos de soya y un RUTF con el 25% de contenido de productos lácteos, dio como resultado que la formulación con mayor porcentaje de productos lácteos presentó un

ritmo de recuperación significativamente superior. La velocidad de aumento de peso, estatura y circunferencia de la parte media superior del brazo (MUAC, por sus siglas en inglés) fueron mayores en el grupo que tomó el RUTF con 25% de contenido lácteo. En un estudio controlado de gran escala, conducido al azar entre niños con SAM en Zambia, Irena y colaboradores pusieron a prueba la hipótesis de que un RUTF libre de productos lácteos, a base de soya, maíz y sorgo podía tener efectos equivalentes a un RUTF con un contenido de 25% de productos de origen lácteo en la velocidad de recuperación. Encontraron que un RUTF con contenido de origen lácteo producía velocidades significativamente mayores de aumento de peso y requerían un menor tiempo de tratamiento en comparación con el uso de RUTFs sin contenido de origen lácteo; la recuperación resultó especialmente mejor entre niños menores a los dos años de edad. A diferencia de lo que se proponía en la hipótesis, el estudio no demostró una equivalencia entre RUTFs libres de productos de origen lácteo y RUTFs con este tipo de productos. Bahhwere y colaboradores (2014) han demostrado que los concentrados de proteína de suero, que son más económicos, presentan el mismo desempeño que la leche descremada en polvo en RUTFs, en el contexto del tratamiento de la SAM. Estos resultados indican que es difícil lograr los beneficios de crecimiento y recuperación que brindan los ingredientes de origen lácteo usando combinaciones de ingredientes a base de granos; sin embargo, la leche descremada deshidratada puede sustituirse con otra fuente de proteína de origen lácteo, como el caso de la proteína de suero, sin que esto tenga un impacto negativo en la eficacia del RUTF en el tratamiento de la SAM.

A diferencia de los programas para el tratamiento de la SAM, los programas para el tratamiento de la desnutrición aguda moderada (MAM, por sus siglas en inglés) prácticamente no han tenido cambios en 30 años, por lo que hay presión para renovarlos, buscando aumentar su eficacia y efectividad. Numerosas revistas y consultas han recomendado la inclusión de alimentos de base animal, como es el caso de los productos de origen lácteo, con el fin de mejorar la calidad de los productos especialmente formulados para el tratamiento y la prevención de la MAM. En 2008, la Organización Mundial de la

Salud y otras entidades sostuvieron una consulta sobre el manejo de la dieta para el tratamiento de la desnutrición en niños. Entre las recomendaciones, se sostiene que “agregar alimentos de origen animal a una dieta de base vegetal promueve la recuperación de los niños con desnutrición moderada”. Hoppe y colaboradores revisaron el uso de suero o leche descremada en polvo en alimentos mixtos fortalecidos para infantes y niños desnutridos o pacientes con VIH. Los autores sugieren que entre los beneficios de agregar ingredientes de origen lácteo a alimentos mixtos fortalecidos se cuentan los siguientes: mejora de la calidad proteínica, lo que permite una reducción de la proteína total, con posibles beneficios metabólicos; reducción de anti-nutrientes como resultado de un uso menor de soya y cereal; y un mejor sabor. La Oficina de Alimentación para la Paz de la organización USAID publicó un informe en 2011 en el que se abordan formas de mejorar la calidad nutricional de los alimentos que se utilizan para programas de asistencia. Llegó a la conclusión de que los alimentos mixtos fortalecidos con base en cereales/ proteínas de origen vegetal/aceites vegetales que se utilizan como alimentos de emergencia deberían incluir ingredientes de origen lácteo para mejorar la cantidad y la calidad de la proteína. Michaelsen y colaboradores también llegaron a la conclusión de que los alimentos suplementarios capaces de suministrar entre un cuarto y un tercio de los requisitos diarios de proteína, tales como la leche en polvo o el concentrado de proteína de suero (34%) son adecuados para mejorar el crecimiento de niños con desnutrición aguda moderada (MAM).

En 2012, la OMS revisó la evidencia relativa a lo adecuado que resultaban los alimentos suplementarios para el manejo de la MAM y llegó a la conclusión de que “la inclusión de leche en polvo como ingrediente mejora el perfil de aminoácidos (presenta un PDCAAS alto) y es un buen contribuyente de calcio y potasio biopresente. Además, tiene un efecto estimulante específico en el crecimiento lineal y en el crecimiento de insulina y de los niveles de IGF-1 en niños y no contiene anti-nutrientes”.



Se han llevado a cabo estudios utilizando alimentos suplementarios listos para consumir (RUSFs por sus siglas en inglés) o suplementos nutricionales basados en lípidos (LNS, por sus siglas en inglés) con contenido de productos de origen lácteo, así como alimentos mixtos



fortalecidos mejorados, como Super Cereal Plus (al que se alude a veces como CSB++), a los que se han agregado productos de origen lácteo para mejorar la calidad de la proteína para el tratamiento de la MAM. En comparación con las mezclas de maíz y soya con azúcar y aceite vegetal, los suplementos LNS, que contienen ingredientes de origen lácteo, han mostrado mejores resultados en el tratamiento de niños que padecen MAM. LaGrone y colaboradores han mostrado que el CSB++ resultó igualmente efectivo en las tasas de recuperación, en comparación con dos RUSFs. En 2013, se llevó a cabo un análisis Cochrane para examinar el impacto de los alimentos formulados especialmente en el tratamiento de niños que padecen de MAM. El uso de LNS aumentó el número de niños que se recuperaron y subieron de peso, que mejoraron su relación peso-estatura y su índice MUAC en comparación con el uso de cualquier otro alimento mixto en dosis completa. Sin embargo, al comparar tipos específicos de alimentos mixtos con los LNS, el uso de alimentos mixtos enriquecidos (CSB++) dio resultados similares a los de los LNS. Ackatia-Armah y colaboradores hallaron que, en relación con su uso para el tratamiento de la MAM, el CSB++ se hallaba entre los RUSFs y los alimentos mixtos localmente procesados sin adición de productos de origen lácteo. Sayyad-Neerkorn y colaboradores compararon la efectividad de una suplementación de largo plazo de LNS y de Super Cereal Plus en la incidencia de la desnutrición aguda y de las afectaciones al desarrollo entre niños de corta edad. No se hallaron diferencias entre tratamientos y la incidencia de MAM o de SAM. Tampoco se hallaron diferencias en la incidencia de perturbaciones del desarrollo y de perturbaciones severas del desarrollo en el período de seguimiento. Los autores llegaron a la conclusión de que ambos productos deberían considerarse al planear la distribución de alimentos preventivos. Recientemente, Batra y colaboradores llevaron a cabo un

estudio piloto entre niños pequeños de pre-escolar de entre tres y cinco años de edad en Guinea-Bissau, en el que se compararon los RUSFs con contenidos de entre el 15 y el 33% de proteína de origen lácteo y productos de control listados por peso. Los resultados del estudio mostraron que los niños que consumieron suplementos por espacio de más de 50 días, el consumo de cualquier RUSF con contenido lácteo llevó a un aumento de su peso/edad y a mejores calificaciones Z en comparación con el grupo de control. Además, el consumo de RUSFs con 33% de proteína de origen lácteo, pero no el de aquellos con 15% de dicho tipo de contenido, eliminó la disminución de la calificación MUAC observado entre los niños del grupo de control.

La contribución nutricional de los ingredientes de origen lácteo en relación con la de los alimentos suplementarios va más allá de la alta calidad de su contenido proteínico. Según la revisión de Michaelsen, los productos de origen lácteo brindan péptidos, bioactivos y minerales (potasio, magnesio y fósforo) que podrían tener efectos de estimulación del crecimiento. Además, el contenido de lactosa de los ingredientes de base láctea podrían estimular el crecimiento por medio de un efecto prebiótico y/o una mejora de la absorción de minerales. Se necesita llevar a cabo investigaciones adicionales para delinear los efectos que tienen estos componentes, así como las dosis óptimas requeridas.

#### BENEFICIOS PARA PROGRAMAS DE ASISTENCIA ALIMENTARIA

Los ingredientes de las leches en polvo brindan nutrición y funcionalidad con muchos beneficios, lo que los convierte en un elemento importante de los programas de asistencia alimentaria.

##### Diversos beneficios nutricionales

- Ricos en proteínas de alta calidad
- Excelente fuente de calcio con alta biodisponibilidad
- Fuente de otros minerales y vitaminas, tales como el fósforo y el potasio
- Alternativas bajas en lactosa (MPCs y MPI)
- Presencia de compuestos bio-activos que mejoran la salud y que cuentan con aplicaciones para la alimentación terapéutica
- Complementan proteínas de origen vegetal • DIAAS superior a 1 y más (comparado con proteínas de fuente vegetal)

##### Versátil

- Puede usarse para fines de recombinación\* o de fortificación
- Listos para usar; no requieren cocinado ni preparación
- Puede utilizarse también como aglutinante, emulsificador
- o para dar textura y agregar vida de almacenamiento a varios productos alimenticios/lácteos
- Se mezcla bien y puede servir como vehículo de vitaminas, minerales y otros nutrientes.

##### Universal

- Suave sabor, bien aceptado en muchas culturas
- Usos en amplia gama de aplicaciones y recetas formulaciones industriales en muchos países
- Como ingrediente, promueve el desarrollo de color y sabor
- para aumentar la atracción para el consumidor

##### Larga vida en almacenamiento

- Almacenados en un lugar seco y fresco, los ingredientes deshidratados de los productos lácteos pueden durar hasta tres años.

Los ingredientes lácteos de Estados Unidos se pueden usar en programas escolares de alimentación (almuerzo, cocinas de beneficencia, etc.), al igual que en situaciones de distribución de emergencia\* y en programas de monetización.

*\*Cuando se reconstituyan ingredientes lácteos secos, siempre deberá emplearse una fuente de agua limpia. La reconstitución deberá efectuarse en condiciones higiénicas, y el producto recombinado deberá almacenarse en condiciones que garanticen su inocuidad hasta el momento de consumo.*

## Consumo de leche y embarazo

Es más probable que los bebés que nacen con bajo peso tengan complicaciones de su estado de salud. Diferentes estudios han mostrado que cuando las mujeres embarazadas consumen leche, tienen menores probabilidades de experimentar retardos en el crecimiento intrauterino y presentan una mayor probabilidad de dar a luz bebés con pesos saludables.

El retraso en el crecimiento intrauterino es una condición en la que un bebé nonato se halla por debajo del 10º percentil de peso correspondiente a su edad. Existen muchas causas de esto, pero la mala nutrición materna es uno de los factores.

Ludvigsson y Ludvigsson hicieron un estudio sobre los hábitos de consumo de leche durante el embarazo entre madres que habían dado a luz recientemente y los correlacionaron con los pesos de nacimiento y con otras estadísticas relativas a sus bebés. Encontraron que un bajo nivel de ingesta de leche (menos de 233 ml por día) se correlacionaba con un retraso en el crecimiento intrauterino, aunque no con el bajo peso al nacimiento, ni con el riesgo de partos prematuros. Las mujeres que consumieron más de 100 ml de leche por día durante su embarazo dieron a luz bebés que pesaron en promedio 134 g más que los bebés de madres que no consumieron leche durante el embarazo. De manera similar, Mannion y sus colaboradores dieron seguimiento a varias mujeres embarazadas que decidieron consumir menos de 233 ml de leche al día, comparando los resultados de sus embarazos contra los de las mujeres que consumieron al menos 233 ml de leche todos los días.

Encontraron que las mujeres que consumieron menos leche dieron a luz bebés que pesaban significativamente menos que los de las mujeres que bebieron más leche durante el embarazo. Cada taza de leche se asoció con un aumento de 41 g de incremento en el peso del bebé al nacer. Olsen y colaboradores hallaron que, en comparación

con mujeres que no consumieron leche durante el embarazo, las que sí consumieron entre uno y seis vasos de leche diarios tuvieron bebés con pesos hasta 100 g mayores. Análisis adicionales indicaron que el mayor peso se asociaba con el contenido de proteína de la leche, en tanto que el contenido de grasa de ésta no tuvo impacto alguno en el peso de los bebés al nacer. Heppe y colaboradores extendieron y confirmaron estos resultados; demostraron que cuando las mujeres embarazadas consumen entre dos y tres vasos de leche durante el primer trimestre de embarazo, dieron a luz bebés con mayores circunferencias de cabeza y mayor peso. También llegaron a la conclusión de que la mayor ingesta de proteína de origen lácteo y no los carbohidratos ni la grasa, fueron el agente responsable del mayor peso al nacer.

Estos estudios de observación ilustran el valor de la leche en la dieta de las mujeres embarazadas y en el desarrollo de sus bebés. Evitar el retraso del crecimiento intrauterino y sus complicaciones es una gran preocupación de las mujeres embarazadas. Los bebés que nacen con pesos mayores comienzan su vida con una mejor oportunidad de gozar de una buena salud.

## 7.5 COMPONENTES NO PROTEÍNICOS DE LA LECHE

### Carbohidratos

La lactosa, principal carbohidrato de la leche en polvo, constituye alrededor del 54% del total de sólidos no grasos de la leche. La leche en polvo también presenta cantidades menores de oligosacáridos, glucosa y galactosa. La lactosa es un disacárido natural, que consiste en una unidad de galactosa y una de glucosa. Se trata de un azúcar único, pues se encuentra de manera natural sólo en la leche y es el primer y único carbohidrato que cada mamífero recién nacido consume en cantidades importantes.

La lactosa es hidrolizada por la enzima -galactosidasa (conocida también como lactasa), convirtiéndose en las azúcares individuales que la componen. La lenta hidrólisis de la lactosa que el cuerpo lleva a cabo durante la digestión genera una fuente de energía de larga duración. Como carbohidrato, suministra unas cuatro calorías por gramo. Dado que la digestión de la lactosa es mucho más lenta que la de la glucosa y la fructosa, la lactosa tiene un índice glicémico bajo. No ocasiona un aumento acusado de los niveles de glucosa en la sangre, como es el caso de los edulcorantes calóricos, por lo que podría presentar ventajas nutricionales en la dieta de los diabéticos.

La lactosa también llega al colon de los infantes, en donde promueve el crecimiento de bacterias benéficas de ácido láctico, que pueden ser auxiliares en el combate de perturbaciones gastrointestinales y mejorar la resistencia contra las infecciones intestinales.

Tanto en infantes como en adultos, la lactosa en la dieta contribuye al mantenimiento de una flora intestinal estable y saludable. Se sabe que la lactosa estimula la absorción intestinal de minerales (como el calcio y el magnesio) en infantes, aunque sus efectos en adultos sigue siendo objeto de controversia.

Hay personas que experimentan dificultades en metabolizar la lactosa por una reducción en su generación de lactasa, la enzima utilizada en la digestión de la lactosa. La mayoría de las personas producen niveles suficientes de lactasa al momento de su nacimiento, pero entre algunas personas la actividad de la lactasa intestinal disminuye después de los dos años de edad. Esta disminución puede dar como resultado una capacidad disminuida para digerir la lactosa, lo que se conoce como una absorción deficiente. La intolerancia a la lactosa es un problema gastrointestinal que se presenta cuando la cantidad de lactosa consumida excede la capacidad del cuerpo para digerir y absorberla. Entre las estrategias usadas para evitar los síntomas de intolerancia a la lactosa se cuentan el consumo de menores cantidades de leche con una mayor frecuencia, consumir leche con avena, consumir quesos o alimentos de origen lácteo con cultivos y seleccionar productos lácteos libres de lactosa para su consumo. La Asociación Médica Nacional emitió un comunicado consensuado en 2013 en el que se reconoce que, si bien la intolerancia a la lactosa podría tener una mayor incidencia entre la población de origen africano



e hispánico, los beneficios para la salud que se derivan del consumo diario de productos de origen lácteo son igualmente importantes para estos grupos, por lo que deberían llevarse a cabo esfuerzos para incluir productos de origen lácteo y bajo contenido de lactosa en sus dietas.

Dado que la lactosa se elimina de los concentrados de proteína de origen lácteo, los MPCs de alto contenido proteínico pueden contener cantidades mínimas de esta sustancia. La relación alto contenido de proteína/bajo contenido de lactosa hace los MPCs un ingrediente excelente en la preparación de bebidas y alimentos de bajo contenido en carbohidratos, con contenido proteínico reforzado, en los que resulta deseable tener niveles bajos de lactosa.

Los oligosacáridos de la leche son carbohidratos menores hallados en la leche de vaca y en la leche humana. Se cree que los oligosacáridos

presentes en la leche humana tienen beneficios que van más allá de lo nutricional e inciden en cosas como el desarrollo y la modulación de la flora intestinal; sin embargo, su uso comercial es limitado, dado su origen. Se están investigando los oligosacáridos de la leche bovina como una alternativa viable. Resulta interesante el descubrimiento de que los oligosacáridos de la leche bovina podrían relacionarse con los oligosacáridos de la leche humana no sólo a nivel estructural, sino en algunos casos presentando incluso la misma composición.

Los resultados de esta investigación podrían llevar a un mejor entendimiento del modo en el que los alimentos de origen lácteo, como las leches en polvo, podrían ayudar a modular la microflora gastrointestinal, proporcionando asimismo un ingrediente alimenticio bioactivo de valor agregado para la fórmula infantil y la industria de los alimentos.

## Lípidos

La grasa de leche es fuente de energía, ácidos grasos esenciales, vitaminas solubles en grasa y varios otros componentes que favorecen la salud. La grasa de la leche se caracteriza por tener varios ácidos grasos diferentes, con longitudes de cadena variables.

**Tabla 6: Contenido de ácidos grasos en la leche entera en polvo y en la leche descremada en polvo**

FUENTE	CARBONO	LECHE ENTERA EN POLVO (G/100 G)	LECHE DESCREMADA EN POLVO (G/100G)	CLASE
Butírico	4:0	0.866	0.028	Saturado, cadena corta
Caproico	6:0	0.240	0.006	
Caprílico	8:0	0.269	0.007	Saturado, cadena media
Cáprico	10:0	0.596	0.018	
Láurico	12:0	0.614	0.014	Saturado, cadena larga
Mirístico	14:0	2.820	0.083	
Palmítico	16:0	7.522	0.235	
Esteárico	18:0	2.853	0.085	
Palmitoleico	16:1	1.196	0.022	Monoinsaturado
Oleico	18:1	6.192	0.167	
Linoleico	18:2	0.460	0.019	Poli-insaturado
Linolénico	18:3	0.204	0.011	

Los valores reportados se refieren a <sup>1</sup>Leche, en polvo, entera, sin vitamina D adicional; y <sup>2</sup>Leche, en polvo, descremada, sin vitaminas A y D adicionales, respectivamente.

La composición de la grasa de la leche se ha revisado en detalle y se han identificado en ella más de 400 ácidos grasos y derivados de ácidos grasos diferentes. La grasa de leche contiene varios componentes, como el ácido linoleico conjugado, los fosfolípidos (como la esfingomielina) y el ácido butírico, que pueden ser agentes de protección contra importantes enfermedades crónicas. Recientemente, se han asociado los niveles en plasma del ácido trans-graso y del ácido trans-palmitoléico con una menor resistencia a la insulina, perfiles más

sanos de lípidos en sangre y con una reducción en la incidencia de la diabetes. Nuevos descubrimientos científicos indican que la relación existente entre el consumo de grasa de origen lácteo o de productos de origen lácteo con mayor contenido de grasa no son factor de gran preocupación en relación con las enfermedades crónicas. Para un mayor detalle sobre el tema, consultar el ensayo científico del Consejo Nacional de Productos Lácteos titulado "Whole and Reduced Fat Dairy Foods" ("Alimentos Lácteos Enteros y Descremados").

## Minerales

Tanto las leches en polvo, como los concentrados de proteína de origen lácteo y las proteínas lácteas aisladas son fuentes excelentes de minerales importantes, en especial calcio, fósforo y potasio. También son fuentes de otros minerales, tales como magnesio, así como de oligoelementos como el zinc.

**Tabla 7: Composición comparativa de las leches en polvo, de MPCs y MPis selectos**

NUTRIENTE	LECHE DESCREMADA EN POLVO <sup>1</sup>	LECHE ENTERA EN POLVO <sup>1</sup>	MPC40 <sup>2</sup>	MPC70 <sup>2</sup>	MPC85 <sup>2,3</sup>	MPI <sup>2,3</sup>
Agua (%)	3.16	2.47	4.47	5.55	5.57	5.76
Energía (kcal/100 g)	362.00	496.00	353.00	353.00	355.00	355.00
Proteína (%)	36.16	26.32	39.70	70.70	87.73	90.14
Grasa (%)	0.77	26.71	0.45	0.62	1.01	0.81
Lactosa (%)	51.98	38.42	42.10	14.40	9.19	1.80
Minerales totales (%)	7.93	6.08	7.91	7.26	7.11	6.64
Calcio (mg/100 g)	1257.00	912.00	1350.00	1943.00	2105.00	2053.00
Magnesio (mg/100 g)	110.00	85.00	116.00	110.00	103.00	97.80
Fósforo (mg/100 g)	968.00	776.00	992.00	1273.00	1340.00	1278.00
Potasio (mg/100 g)	1794.00	1330.00	1680.00	745.00	360.50	272.00
Selenio (µg/100 g)	27.30	16.30	34.10	73.10	90.40	95.20
Sodio (mg/100 g)	535.00	371.00	387.00	184.00	90.40	68.00
Zinc (mg/100 g)	4.08	3.34	4.74	8.61	10.23	10.70
Vitamina A (IU/100 g)	22.00	934.00	<50.00	<50.00	<50.00	<50.00
Vitamina B12 (µg/100 g)	4.03	3.25	4.57	8.88	10.51	9.57

Valores dados para <sup>1</sup>Leche, en polvo, descremada, regular, sin vitamina A ni vitamina D adicionales; y <sup>2</sup>Leche, en polvo, entera, sin vitamina D adicional, respectivamente. <sup>3</sup>USDEC: Análisis promedio de muestras industriales, llevado a cabo por Medallion Labs (MPC40: n=1, MPC70: n=3, MPC85: n=2, MPI: n=4). Los contenidos de proteína mayores o iguales a 85 se reportan partiendo de una base de producto deshidratado; todos los demás se producen "en su estado".

Alrededor del 99% del calcio del cuerpo está en los huesos y en los dientes. A lo largo de la vida, el calcio se está eliminando constantemente de los huesos, reemplazándose con calcio proveniente de la dieta. En consecuencia, la necesidad de contar con un suministro adecuado de calcio en la dieta es importante durante toda la vida y no sólo en los años de desarrollo del esqueleto. La deficiencia prolongada de calcio es uno de varios factores que contribuyen a la osteoporosis. El calcio también juega un papel muy importante en funciones fisiológicas del metabolismo humano, como puede verificarse en la función vascular y muscular, así como en la transmisión neuronal y la secreción hormonal. Una cantidad adecuada de calcio ayuda a proteger contra la hipertensión, contra algunos tipos de cáncer y posiblemente contra la presencia de grasa corporal, la diabetes y contra el exceso de colesterol LDL y de colesterol total. El calcio presente en la leche también reduce el riesgo de crear piedras en los riñones. Junto al calcio, el fósforo es el mineral más abundante en el cuerpo. La principal función del fósforo es el desarrollo

de huesos y dientes, mismos que contienen el 85% del contenido de fósforo del cuerpo del adulto promedio. Entre otros papeles importantes, el fósforo ayuda a mantener un pH sanguínea normal y está relacionado con la transferencia de energía, la activación de enzimas, la síntesis de proteínas y el crecimiento de los tejidos. Una ingesta adecuada de potasio puede ayudar a reducir el riesgo de hipertensión y de infartos cerebrales, así como la pérdida de tejido óseo y la formación de piedras en los riñones. El magnesio juega varios papeles en el cuerpo, incluyendo la producción y el transporte de energía, la producción de proteínas, la función muscular y nerviosa y el mantenimiento de los niveles normales de glucosa en la sangre, así como de la presión sanguínea.

Las leches en polvo y los concentrados de proteína de origen lácteo pueden usarse como ingredientes para fortalecer otros productos alimenticios industrializados que son pobres en contenido de calcio. Pocos tipos de alimento fuera de los productos lácteos son capaces

de suministrar una fuente tan concentrada de calcio, listo para su absorción. No sólo las leches en polvo y los MPCs tienen un contenido denso de calcio, sino que también contienen otros nutrientes importantes para la salud ósea, como proteínas, potasio, fósforo, magnesio, Vitamina A, Vitamina B6 y oligoelementos como el zinc.

### Vitaminas

Las leches en polvo contienen muchas vitaminas esenciales para la salud humana. Las vitaminas son sustancias orgánicas halladas en los alimentos que el cuerpo requiere en cantidades muy pequeñas para la regulación del metabolismo y del

Las ingestas recomendadas de calcio varían según grupo de edad, etapa de vida y según las autoridades de salud de cada país. Si se quieren consultar, la Organización Mundial de la Salud también proporciona sus propias directrices al respecto.

crecimiento y funcionamiento normales. Pueden clasificarse como vitaminas solubles en grasa o en agua.

**Tabla 8: Concentración de vitaminas en las leches en polvo (por cada 100 g)**

VITAMINA	LECHE DESCREMADA EN POLVO <sup>1</sup>		LECHE ENTERA EN POLVO <sup>2</sup>	
	g	% DV <sup>3</sup>	g	% DV
Ácido ascórbico (mg)	6.80	8	8.60	10
Tiamina (mg)	0.42	35	0.28	23
Riboflavina (mg)	1.60	123	1.21	93
Niacina (mg)	0.95	5	0.65	3
Ácido pantoténico (mg)	3.57	71	2.27	45
Vitamina B6 (mg)	0.36	21	0.30	18
Folato total (µg)	50.00	13	37.00	9
Colina (mg)	169.20	31	117.40	21
Vitamina B12 (µg)	4.03	168	3.25	135
Vitamina A (IU)	22.00	-	934.00	-
Vitamina A (RAE)	6.00	1	258.00	29
Vitamina D (IU)	0.00	-	20.00	5
Vitamina E (mg)	0.00	-	0.58	3
Vitamina K (µg)	0.10	-	2.20	2

Los valores reportados se refieren a <sup>1</sup>Leche, en polvo, descremada, regular sin vitamina A adicional; y a <sup>2</sup>Leche, en polvo, entera, sin vitamina D2 adicionales, respectivamente. <sup>3</sup>Valor de Porcentaje Diario (VD) = Valor de Porcentaje Diario; fuente de valores diarios (VD) usada para calcular los porcentajes de VD: 81 FR 33982.

Las Vitaminas A, D, E y K son solubles en grasa y se almacenan en la grasa corporal. Dado que se almacenan en la grasa, las mayores concentraciones de Vitaminas A, D, E y K se hallan en mayores cantidades en la leche entera en polvo que en la leche descremada en polvo. La Vitamina A es importante para una visión normal, para la integridad de las células epiteliales, la expresión de los genes, el desarrollo embrionario, el crecimiento y la función inmune. Tanto la Vitamina A como sus precursores, los carotenoides, se hallan presentes en la leche.

Pueden hallarse casos de deficiencia de Vitamina A en todo el mundo, pero es especialmente prevalente en África y el Sureste asiático. En los países en vías de desarrollo, un aumento en la ingesta de Vitamina A ha demostrado

reducir la ceguera nocturna. La suplementación de Vitamina A también ha demostrado una reducción en el riesgo de mortalidad entre niños pequeños, infantes y en mujeres embarazadas y puerperas. La función principal de la Vitamina D es mantener niveles normales de calcio y fósforo en el torrente sanguíneo, mejorando su absorción por parte del intestino. Luego entonces, juega un papel esencial en el crecimiento y en el mantenimiento de huesos sanos durante toda la vida. La Vitamina D también podría jugar un papel en el funcionamiento de los sistemas nervioso, muscular e inmune. La Vitamina E (sobre todo el tocoferol) es un antioxidante que protege a las membranas celulares y a las lipoproteínas de los daños oxidantes que producen los radicales libres.

Esta vitamina también ayuda a mantener la integridad de la membrana celular y estimula la respuesta inmune. La Vitamina K es necesaria para la coagulación de la sangre y podría tener también un papel en la salud ósea.

Además de las vitaminas esenciales solubles en grasa, la leche y otros productos lácteos también contienen vitaminas solubles en agua necesarias para los seres humanos en cantidades variables. Las vitaminas solubles en agua (las Vitaminas B y C) no se almacenan y cuando se consumen en exceso, son excretadas por el cuerpo.

Por lo tanto, es necesario consumirlas con regularidad.

En la leche es posible encontrar cantidades importantes de tiamina (Vitamina B1), que actúa como coenzima en muchas reacciones metabólicas de los carbohidratos. La leche también es una buena fuente de riboflavina (Vitamina B2). Entre otras vitaminas, se encuentra la niacina (Vitamina B3), el ácido pantoténico (Vitamina B5), la Vitamina B6, la Vitamina B12 y el folato. Además, los productos lácteos también aportan triptófán, un aminoácido que el cuerpo puede utilizar para la elaboración de niacina; 60 mg de triptófán equivalen a 1 mg de niacina.

En la Tabla 9 aparecen algunas funciones específicas que prestan las vitaminas solubles en agua.

**Tabla 9: Vitaminas presentes en la leche y sus funciones en el cuerpo**

<b>VITAMINAS</b>	<b>FUNCIÓN</b>
<b>SOLUBLES EN GRASAS</b>	
<b>Vitamina A</b>	Juega un papel en la vista, el crecimiento de los huesos, la reproducción, las funciones celulares y el sistema inmune; es un agente antioxidante que puede proteger las células contra los efectos de los radicales libres.
<b>Vitamina D</b>	Ayuda al cuerpo a absorber calcio, mismo que los huesos requieren para crecer; juega un papel en los sistemas nervioso, muscular e inmune.
<b>Vitamina E</b>	Es un antioxidante que podría proteger las células contra los efectos de los radicales libres; juega un papel en el sistema inmune y en los procesos metabólicos.
<b>Vitamina K</b>	Ayuda a producir las proteínas necesarias para tener huesos y tejidos sanos y para la coagulación de la sangre.
<b>SOLUBLES EN AGUA</b>	
<b>Vitamina C (Ácido ascórbico)</b>	Importante para la piel, los huesos y el tejido conectivo; promueve la cicatrización y la recuperación, así como la absorción del hierro; también es un antioxidante que puede proteger a las células contra los efectos de los radicales libres.
<b>Vitamina B<sub>1</sub> (Tiamina)</b>	Ayuda a las células del cuerpo a convertir los carbohidratos en energía; esencial para el funcionamiento del corazón, los músculos y el sistema nervioso.
<b>Vitamina B<sub>2</sub> (Riboflavina)</b>	Importante para el crecimiento del cuerpo y la producción de eritrocitos; ayuda a liberar energía de los carbohidratos; opera junto con las otras vitaminas B.
<b>Vitamina B<sub>3</sub> (Niacina)</b>	Auxilia al aparato digestivo, la piel y la función nerviosa; también es importante para convertir el alimento en energía.
<b>Vitamina B<sub>5</sub> (Ácido pantoténico)</b>	Esencial para el crecimiento; ayuda al cuerpo a digerir y usar los alimentos; juega un papel en la producción de hormonas y de colesterol.
<b>Vitamina B<sub>6</sub> (Piridoxina)</b>	Ayuda al cuerpo a fabricar anticuerpos para combatir las enfermedades; mantiene una función nerviosa normal; fabrica la hemoglobina; auxiliar en la descomposición de proteínas; mantiene el azúcar (glucosa) del torrente sanguíneo en niveles normales.
<b>Vitamina B<sub>9</sub> (Folato)</b>	Ayuda al cuerpo a fabricar células sanas nuevas; ayuda a evitar defectos en el tubo neural en niños. (Especialmente importante para las mujeres que pudieran embarazarse o están embarazadas.)
<b>Vitamina B<sub>12</sub></b>	Importante para el metabolismo; ayuda en la formación de eritrocitos y en el mantenimiento del sistema nervioso central.

*Adaptado de la Biblioteca de Medicina de los EE.UU., Bethesda, MD.*

## Los productos lácteos pueden proteger contra el cáncer de colon

El cáncer de colon es el tercer tipo más común de cáncer en hombres y el segundo en mujeres en todo el mundo; representa el 8% de todas las muertes por cáncer, lo que lo convierte en la cuarta causa de todas las muertes por cáncer. Los estudios han demostrado que el consumo de productos lácteos se asocia con un riesgo menor de desarrollar cáncer de colon. El papel de los productos lácteos en el desarrollo del cáncer de colon fue estudiado como parte del Informe de Proyecto de Actualización Continua: Alimentación, Nutrición, Actividad Física y Prevención del Cáncer de Colon. Según las conclusiones del informe, tanto la leche como el calcio "probablemente protejan contra el cáncer de colon".

Un estudio sistemático y meta-análisis reciente de la leche y de todos los productos lácteos también llegó a la conclusión de que éstos estaban asociados con una reducción en el riesgo de padecer cáncer de colon tanto en hombres como en mujeres. De manera más reciente, otro estudio y meta-análisis sistemático de más de 900,000 sujetos y más de 5,000 casos de cáncer colo-rectal mostraron una asociación inversa entre el consumo de leche y el riesgo de padecer cáncer de colon entre la población masculina. No obstante, este estudio no halló asociación alguna entre el consumo de leche y el cáncer rectal en hombres, como tampoco entre el consumo de leche y el cáncer de colon y el cáncer rectal en mujeres.

No se halló asociación protectora alguna entre el consumo de quesos sólidos o leche fermentada y el cáncer colo-rectal. Las observaciones de un beneficio relacionado con el consumo de leche, pero no con el consumo de quesos o de leche fermentada en hombres y la falta de observación de beneficio alguno en mujeres derivado del consumo de cualquier forma de producto lácteo podría relacionarse con la cantidad consumida del producto.

Muchos componentes de los productos lácteos, como el calcio, la Vitamina D, los esfingolípidos, el ácido linoleico conjugado y el

butirato podrían explicar la protección en contra del desarrollo de cáncer de colon. El mecanismo que podría tener un papel en la acción protectora del calcio es la formación de complejos de calcio-fosfato con compuestos mutagénicos o tóxicos en la luz intestinal. Estos complejos se precipitan y salen del intestino junto con las heces, sin causar daño a las células epiteliales del colon. Otro factor de protección podrían ser las vitaminas presentes en los productos lácteos. Recientes investigaciones han indicado un papel potencial de la  $\alpha$ -lactalbúmina y los complejos de ácido oleico en la prevención del cáncer y se ha constatado en muchos estudios *in vitro* que la lactoferrina aumenta la apoptosis (muerte celular) de células cancerosas cultivadas.

No se encontró ningún vínculo de protección entre el consumo de queso sólido o de leche fermentada y el cáncer colorectal.

Las observaciones de un beneficio relacionado al consumo de leche -aunque no de queso o leche fermentada- en los hombres y ningún beneficio en mujeres de ninguna forma de producto lácteo puede relacionarse a la cantidad de ingesta de producto.

Hay componentes lácteos múltiples, tales como el calcio, la vitamina D, esfingolípidos, ácido linoleico conjugado, y butirato que pueden influir en la protección contra el desarrollo de cáncer de colon. El mecanismo que puede jugar un papel en la acción protectora del calcio es la formación de complejos de calcio y fosfato con compuestos mutagénicos o tóxico en el lumen intestinal. Estos complejos se precipitan y abandonan el intestino por conducto de las heces sin dañar las células epiteliales del colon. Las proteínas lácteas también se atribuyen a la protección. Hay investigación reciente que indica un posible papel para la protección que se puede atribuir a la  $\alpha$ -lactoalbúmina y a complejos del ácido oleico en la prevención del cáncer. Además, en varios estudios *in vitro* se ha demostrado que la lactoferrina incrementa la apoptosis (muerte celular) de células de cáncer cultivadas.

## Bibliografía

Abargouei AS, Janghorbani M, Salehi-Marzijarani M, Esmailzadeh A. 2012. Effect of dairy consumption on weight and body composition in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Int J Obes.* 36(12): 1485-1493.

Abrams SA, Griffin IJ, Davila PM. 2002. Calcium and zinc absorption from lactose-containing and lactose-free infant formulas. *Am J Clin Nutr.* 76(2): 442-446.

Aburto NJ, Hanson S, Gutierrez H, Hooper L, Elliott P, Cappuccio FP. 2013. Effect of increased potassium intake on

cardiovascular risk factors and disease: systematic review and meta-analyses. *Brit Med J.* 346:f1378.

Ackatia-Armah RS, McDonald CM, Doumbia S, Erhardt JG, Hamer DH, Brown KE. 2015. Malian children with moderate acute malnutrition who are treated with lipid-based dietary supplements have greater weight gains and recovery rates than those treated with locally produced cereal-legume products: a community-based, cluster-randomized trial. *Am J Clin Nutr.* 101(3): 632-645.

- Akhavan T, Luhovyy BL, Panahia S, Kubant R, Brown PH, Anderson GH. 2014. Mechanism of action of pre-meal consumption of whey protein on glycemic control in young adults. *J Nutr Biochem*. 25: 36-43.
- Aldredge DL, Geronimo MR, Hua S, Nwosu CC, Lebrilla CB, Barile D. 2013. Annotation and structural elucidation of bovine milk oligosaccharides and determination of novel fucosylated structures. *Glycobiology* 23(6): 664-676.
- Arciero PJ, Baur D, Connelly S, Ormsbee MJ. 2014. Timed-daily ingestion of whey protein and exercise training reduces visceral adipose tissue mass and improves insulin resistance: the PRISE study. *J Appl Physiol*. 117: 1-10.
- Aune D, Lau R, Chan DS, Vieira R, Greenwood DC, Kampman E, Norat T. 2012. Dairy products and colorectal cancer risk: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Ann Oncol*. 23(1): 37-45.
- Baer DJ, Stote KS, Paul DR, Harris GK, Rumpler WV, Clevidence BA. 2011. Whey protein but not soy protein supplementation alters body weight and composition in free-living overweight and obese adults. *J Nutr*. 141(8): 1489-1494.
- Bahwere P, Banda T, Sadler K, Nyirenda G, Owino V, Shaba B, Dibari F, Collins S. 2014. Effectiveness of milk whey protein- based ready-to-use therapeutic food in treatment of severe acute malnutrition in Malawian under-5 children: a randomised, double-blind, controlled non-inferiority clinical trial. *Matern Child Nutr*. 10(3): 436-451.
- Bailey RK, Fileti CP, Keith J, Tropez-Sims S, Price W, Allison-Otley SD. 2013. Lactose intolerance and health disparities among African Americans and Hispanic Americans: An updated consensus statement. *J. Natl Med Assoc*. 105: 112-27.
- Barile D, Tao N, Lebrilla CB, Coisson JD, Arlorio M, German JB. 2009. Permeate from cheese whey ultrafiltration is a source of milk oligosaccharides. *Int Dairy J*. 19(9): 524-530.
- Batra P, Schlossman N, Balan I, Pruzensky W, Balan A, Brown C, Gamache MG, Schleicher MM, de Sa AB, Saltzman E, et al. 2015. A randomized controlled trial offering higher-compared with lower- dairy second meals daily in preschools in Guinea-Bissau demonstrates an attendance-dependent increase in weight gain for both meal types and increase in mid-upper arm circumference for the higher-dairy meal. *J Nutr*. 146(1): 124-132.
- Bauer J, Biolo G, Cederholm T, Cesari M, Cruz-Jentoft AJ, Morley JE, Phillips S, Sieber C, Stehle P, D Teta, et al. 2013. Evidence- based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE study group. *J Am Med Dir Assoc*. 14(8): 549-59.
- Beasley JM, Shikany JM, Thomson CA. 2013. The role of dietary protein intake in the prevention of sarcopenia in aging. *Nutr Clin Pract*. 28: 684-90.
- Bel-Serrat S, Mouratidou T, Jimenez-Pavon D, Huybrechts I, Cuenca-Garcia M, Mistura L, Gottrand F, Gonzalez-Gross M, Dallongeville J, Kafatos A, et al. 2014. Is dairy consumption associated with low cardiovascular disease risk in European adolescents? Results from the HELENA Study. *Pediatr Obes*. (9)5: 41-10.
- Bendtsen LQ, Lorenzen JK, Bendtsen NT, Rasmussen C, Astrup A. 2013. Effect of dairy proteins on appetite, energy expenditure, body weight, and composition: a review of the evidence from controlled clinical trials. *Adv Nutr*. 4(4): 418-438.
- Berlutti F, Pantanella F, Natalizi T, Frioni A, Paesano R, Polimeni A, Valenti P. 2011a. Antiviral properties of lactoferrin--a natural immunity molecule. *Molecules* 16(8): 6992-7018.
- Berlutti F, Piloni A, Pietropaoli M, Polimeni A, Valenti P. 2011b. Lactoferrin and oral diseases: current status and perspective in periodontitis. *Ann Stomatol*. 2(3-4): 10-18.
- Betts JA, Toone RJ, Stokes KA, Thompson D. 2009. Systemic indices of skeletal muscle damage and recovery of muscle function after exercise: effect of combined carbohydrate-protein ingestion. *Appl Physiol Nutr Metabol*. 34(4): 773-84.
- Bjørnshave A, Hermansen K. 2014. Effects of dairy protein and fat on the metabolic syndrome and type 2 diabetes. *Rev Diabet Stud*. 11(2): 153-166.
- Boirie Y, Dangin M, Gachon P, Vasson MP, Maubois JL, and Beaufriere B. 1997. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proc Natl Acad Sci USA*. 94(26): 14930-14935.

- Boirie Y. 2009. Physiopathological mechanism of sarcopenia. *J Nutr Health Aging*. 13(8): 717-23.
- Bonjour JP. 2011. Protein intake and bone health. *Int J Vitam Nutr Res*. 81(2-3): 134-142.
- Boutrou R, Gaudichon C, Dupont D, Jardin J, Airinei G, Marsset-Baglieri A, Benamouzig R, Tome D, Leonil J. 2013. Sequential release of milk protein-derived bioactive peptides in the jejunum in healthy humans. *Am J Clin Nutr*. 97(6): 1314-1323.
- Calvez J, Poupin N, Chesneau C, Lassale C, Tome D. 2012. Protein intake, calcium balance and health consequences. *Eur J Clin Nutr*. 66(3): 281-295.
- Camfield da, Owen L, Scholey AB, Pipingas A, Stough C. 2011. Dairy constituents and neurocognitive health in ageing. *Br J Nutr*. 106(2): 159-174.
- Campbell AP, Rains TM. 2015. Dietary protein is important in the practical management of prediabetes and type 2 diabetes. *J Nutr*. 145: 164S-9S.
- Campbell B, Kreider RB, Ziegenfuss T, La Bounty P, Roberts M, Burke D, Landis J, Lopez H, Antonio J. 2007. International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*. 4:8.
- Cermak NM, Res PT, de Groot LC, Saris WH, van Loon LJ. 2012. Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 96(6): 1454-1464.
- Chalé A, Cloutier GJ, Hau C, Phillips EM, Dallal GE, Fielding RA. 2013. Efficacy of whey protein supplementation on resistance exercise-induced changes in lean mass, muscle
- Chatterton DEW, Nguyen DN, Bering SB, Sangild PT. 2013. Anti-inflammatory mechanisms of bioactive milk proteins in the intestines of newborns. *Int J Biochem Cell Biol* 45: 1730-47.
- Chungchunlam SMS, Henare SJ, Ganesh S, Moughan PJ. 2014. Effect of whey protein and glycomacropeptide on measures of satiety in normal-weight adult women. *Appetite* 78: 172-178.
- Clare DA, Swaisgood HE. 2000. Bioactive milk peptides: a prospectus. *J Dairy Sci*. 83(6): 1187-1195.
- Contarini G, Povolo M. 2013. Phospholipids in milk fat: composition, biological and technological significance, and analytical strategies. *Internat J Molec Sci*. 14(2): 2808-2831.
- Cornish J, Naot D. 2010. Lactoferrin as an effector molecule in the skeleton. *Biometals*. 23(3): 425-430.
- Crichton GE, Bryan J, Buckley J, Murphy KJ. 2011. Dairy consumption and metabolic syndrome: a systematic review of findings and methodological issues. *Obes Rev*. 12(5): e190-201.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, et al. 2010. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European working group on sarcopenia in older people. *Age Ageing* 39(4): 412-23.
- Darling AL, Millward DJ, Torgerson DJ, Hewitt CE, Lanham-New SA. 2009. Dietary protein and bone health: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 90(6): 1674-1692.
- DaSilva MS, Rudkowska I. 2014. Dairy products on metabolic health and current research and clinical implications. *Maturitas*. 77(3): 221-228.
- de Oliveira Freitas DM, Martino HSD, Ribeiro SMR, Alfenas RCG. 2012. Calcium ingestion and obesity control. *Nutr Hosp*. 27(5): 1758-1771.
- Dror DK. 2014. Dairy consumption and pre-school, school-age and adolescent obesity in developed countries: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews* 15: 516-527.
- Dugan CD, Fernandez ML. 2014. Effects of dairy on metabolic syndrome parameters: a review. *Yale Journal of Biology and Medicine*. 87: 135-147.
- Dutta C. 1997. Significance of sarcopenia in the elderly. *J Nutr*. 127(5 Suppl):992S-993S.
- Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development and NIH Office of Medical Applications of Research. February 22-24, 2010. NIH Consensus Development Conference. Lactose Intolerance and Health.
- Evans W. 1997. Functional and metabolic consequences of sarcopenia. *J Nutr*. 127(5 Suppl):998S-1003S.

- FAO/WHO 1990. Protein Quality Evaluation. Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO Food and Nutrition Paper 51, Rome.
- Farrell, HM Jr., Jimenez-Flores R, Bleck GT, Brown EM, Butler JE, Creamer LK, Hicks CL, Hollar CM, Ng-Kwai-Hang KF, Swaisgood HE. 2004. Nomenclature of the proteins of cows' milk—sixth revision. *J Dairy Sci.* 87: 1641-74.
- Ferlay J, Shin HR, Bray F, Forman D, Mathers C, Parkin DM. 2010. Estimates of worldwide burden of cancer in 2008: GLOBOCAN 2008. *Int J Cancer* 127(12): 2893-2917.
- Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, Abellan van Kan G, Andrieu S, Bauer J, Breuille D, et al. 2011. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 12(4): 249-256.
- Finger D, Goltz FR, Umpierre D, Meyer E, Rosa LHT, Schneider CD. 2015. Effects of protein supplementation in older adults undergoing resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 45: 245-255.
- Floris R, Recio I, Berkhout B, Visser S. 2003. Antibacterial and antiviral effects of milk proteins and derivatives thereof. *Curr Pharm Des.* 9(16): 1257-1275.
- Food and Agriculture Organization. 1991. FAO food and nutrition paper 51, Rome
- Food and Agriculture Organization. 2013. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO expert consultation 31 March - April 2011, Auckland, New Zealand.
- Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. 2002. International table of glycemic index and glycemic load values. *Am J Clin Nutr.* 76(1): 5-56.
- Fry CS, Rasmussen BB. 2011. Skeletal muscle protein balance and metabolism in the elderly. *Curr Aging Sci.* 4(3): 260-268.
- Gaffney-Stomberg E, Insogna KL, Rodriguez NR, Kerstetter JE. 2009. Increasing dietary protein requirements in elderly people for optimal muscle and bone health. *J Am Geriatr Soc.* 57(6): 1073-1079.
- Genaro PS, Martini LA. 2010. Effect of protein intake on bone and muscle mass in the elderly. *Nutr Rev.* 68(10): 616-623.
- German JB, Dillard CJ. 2006. Composition, structure and absorption of milk lipids: a source of energy, fat-soluble nutrients and bioactive molecules. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 46(1): 57-92.
- Ghosh S, Suri D, Uauy R. 2012. Assessment of protein adequacy in developing countries: quality matters. *Br J Nutr.* 108(Suppl 2):S77-87.
- Gilbert JA, Bendsen NT, Tremblay A, Astrup A. 2011. Effect of proteins from different sources on body composition. *Nutr Metab Cardiovasc.* 21 Suppl 2:B16-31.
- Grundy SM, Brewer HB, Cleeman Jr. JI, Smith, Jr. SC, Lenfant C. 2004. Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation* 109(3): 433-438.
- Hartman JW, Tang JE, Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Lawrence RL, Fullerton AV, Phillips SM. 2007. Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am J Clin Nutr.* 86(2): 373-381.
- Heaney RP. 2009. Dairy and bone health. *J Am Coll Nutr.* 28 Suppl 1:82S-90S.
- Hector AJ, Marcotte GR, Churchward-Venne TA, Murphy CH, Breen L, von Allmen M, Baker SK, Phillips SM. 2015. Whey protein supplementation preserves postprandial myofibrillar protein synthesis during short-term energy restriction in overweight and obese adults. *J Nutr.* 145: 246-52.
- Heppe DH, van Dam RM, Willemsen SP, den Breeijen H, Raat H, Hofman A, Steegers EA, Jaddoe VW. 2011. Maternal milk consumption, fetal growth, and the risks of neonatal complications: the Generation R Study. *Am J Clin Nutr.* 94(2): 501-509.
- Hirahatake KM, Slavin J, Maki KC, Adams SH. 2014. Associations between dairy foods, diabetes, and metabolic health: potential mechanisms and future directions. *Metabolism* 63(5): 618-627.



- Holt PR. 2008. New insights into calcium, dairy and colon cancer. *World J Gastroenterol.* 14(28): 4429-4433.
- Hoppe C, Andersen GS, Jacobsen S, Mølgaard C, Friis H, Sangild PT, Michaelsen KF. 2008. The use of whey or skimmed milk powder in fortified blended foods for vulnerable groups. *J Nutr.* 145S-161S.
- Horton BS. 1995. Commercial utilization of minor milk components in the health and food industries. *J Dairy Sci.* 78(11): 2584-2589.
- Hulmi JJ, Lockwood CM, Stout JR. 2010. Effect of protein/essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: a case for whey protein. *Nutr Metab.* 7:51.
- Hurley WL, Theil PK. 2011. Perspectives on immunoglobulins in colostrum and milk. *Nutrients* 3(4): 442-474.
- Huth PJ, DiRienzo DB, Miller GD. 2006. Major scientific advances with dairy foods in nutrition and health. *J Dairy Sci.* 89(4): 1207-1221.
- Institute of Medicine. 1997. Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. National Academy of Sciences, Washington DC.
- Institute of Medicine. 1998. Dietary reference intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, pantothenic acid, biotin, and choline. National Academy of Sciences., Washington DC.
- Institute of Medicine. 2000. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc.
- National Academy of Sciences, Washington, DC.
- Institute of Medicine. 2005. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. National Academies Press, Washington DC.
- Institute of Medicine. 2011. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. The National Academies Press, Washington DC.
- Irena AH, Bahwere P, Owino VO, Diop EI, Bachmann MO, Mbwili- Muleya C, Dibari F, Sadler K, Collins S. 2013. Comparison of the effectiveness of a milk-free soy-maize-sorghum-based ready- to-use therapeutic food to standard ready-to-use therapeutic food with 25% milk in nutrition management of severely acutely malnourished Zambian children: an equivalence non-blinded cluster randomised controlled trial. *Matern Child Nutr.* 11 (Suppl S4):1-233; pages i-viii.
- Jakubowicz D, Froy O. 2013. Biochemical and metabolic mechanisms by which dietary whey protein may combat obesity and Type 2 diabetes. *J Nutr Biochem.* 24(1):1-5.
- James L. 2012. Milk protein and the restoration of fluid balance after exercise. *Med Sport Sci.* 59: 120-126.
- James LJ, Evans GH, Madin J, Scott D, Stepney M, Harris R, Stone R, Clayton DJ. 2013. Effect of varying the concentrations of carbohydrate and milk protein in rehydration solutions ingested after exercise in the heat. *Br J Nutr.* 110(7): 1285-1291.
- Jensen RG. 2002. The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *J Dairy Sci.* 85(2): 295-350.
- Jiang R, Du X, Lonnerdal B. 2014. Comparison of bioactivities of talactoferrin and lactoferrins from human and bovine milk. *JPGN* 59: 642-652.
- Josse AR, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, Phillips SM. 2011. Increased consumption of dairy foods and protein during diet- and exercise-induced weight loss promotes fat mass loss and lean mass gain in overweight and obese premenopausal women. *J Nutr.* 141(9): 1626-1634.
- Josse AR, Phillips SM. 2012. Impact of milk consumption and resistance training on body composition of female athletes. *Med Sport Sci.* 59: 94-103.
- Kalergis M, Leung Yinko SS, Nedelcu R. 2013. Dairy products and prevention of type 2 diabetes: implications for research and practice. *Front Endocrinol.* 4:90.
- Kamau SM, Cheison SC, Chen W, Liu XM, Lu RR. 2010. Alpha Lactalbumin: its Production technologies and bioactive peptides. *Comp Rev Food Sci F.* 9(2): 197-212.
- Karakochuk C, van den Briel T, Stephens D, Zlotkin S. 2012. Treatment of moderate acute malnutrition with ready-to-use supplementary food results in higher overall recovery rates

- compared with a corn-soya blend in children in southern Ethiopia: an operations research trial. *Am J Clin Nutr.* 96(4): 911-916.
- Kerstetter JE, Kenny AM, Insogna KL. 2011. Dietary protein and skeletal health: a review of recent human research. *Curr Opin Lipidol.* 22(1): 16-20.
- Kim J, Kim B, Lee H, Choi H, Won C. 2013. The relationship between prevalence of osteoporosis and proportion of daily protein intake. *Korean J Fam Med.* 34(1): 43-48.
- Kim J. 2013. Dairy food consumption is inversely associated with the risk of the metabolic syndrome in Korean adults. *J Hum Nutr Diet.* 26(Suppl 1):171-79.
- Korhonen H, Pihlanto A. 2006. Bioactive peptides: production and functionality. *Int Dairy J.* 16(9): 945-960.
- Korhonen HJ. 2013. Production and properties of health-promoting proteins and peptides from bovine colostrum and milk. *Cell Mol Biol.* 59(1): 12-24.
- Kwak HS, Lee WJ, Lee MR. 2012. Revisiting lactose as an enhancer of calcium absorption. *Int Dairy J.* 22(2): 147-151.
- Lacroix IME, Li-Chan ECY. 2014. Investigation of the putative associations between dairy consumption and incidence of type 1 and type 2 diabetes. *Crit Rev Food Sci Nutr* 54: 411-32.
- LaGrone LN, Trehan I, Meuli GJ, Wang RJ, Thakwalakwa C, Maleta K, Manary MJ. 2012. A novel fortified blended flour, corn-soy blend "plus-plus," is not inferior to lipid-based ready-to-use supplementary foods for the treatment of moderate acute malnutrition in Malawian children. *Am J Clin Nutr.* 95(1): 212-219.
- Lang T, Streeper T, Cawthon P, Baldwin K, Taaffe DR, Harris TB. 2010. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporos Int.* 21(4): 543-559.
- Lazzerini M, Rubert L, Pani P. 2013. Specially formulated foods for treating children with moderate acute malnutrition in low- and middle-income countries. *Cochrane Database Syst Rev.* 6:CD009584.
- Levadoux E, Morio B, Montaurier C, Puissant V, Boirie Y, Fellmann N, Picard B, Rousset P, Beaufriere B, Ritz P. 2001. Reduced whole-body fat oxidation in women and in the elderly. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 25(1): 39-44.
- Lonnerdal B. 2009. Nutritional roles of lactoferrin. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 12(3): 293-297.
- Lorenzen JK, Jensen SK, Astrup A. 2014. Milk minerals modify the effect of fat intake on serum lipid profile: results from an animal and a human short-term study. *Brit J Nutr.* 111: 1412-20.
- Louie JCY, Flood VM, Rangan AM, Burlutsky G, Gill TP, Gopinath B, Mitchell P. 2013. Higher regular fat dairy consumption is associated with lower incidence of metabolic syndrome but not type 2 diabetes. *Nutr Metab Cardiovasc.* 23: 816-21.
- Ludvigsson JF, Ludvigsson J. 2004. Milk consumption during pregnancy and infant birthweight. *Acta Paediatr.* 93(11): 1474-1478.
- Madureira AR, Pereira CI, Gomes AM, Pintado ME, Malcata FX. 2007. Bovine whey proteins—overview on their main biological properties. *Food Res Int.* 40(10): 1197-1211.
- Madureira AR, Tavares T, Gomes AM, Pintado ME, Malcata FX. 2010. Invited review: physiological properties of bioactive peptides obtained from whey proteins. *J Dairy Sci.* 93(2): 437-455.
- Malafarina V, Uriz-Otano F, Iniesta R, Gil-Guerrero L. 2013. Effectiveness of nutritional supplementation on muscle mass in treatment of sarcopenia in old age: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc.* 14(1): 10-17.
- Mannion CA, Gray-Donald K, Koski KG. 2006. Association of low intake of milk and vitamin D during pregnancy with decreased birth weight. *CMAJ.* 174(9): 1273-1277.
- Manzoni P, Mostert M, Stronati M. 2011. Lactoferrin for prevention of neonatal infections. *Curr Opin Infect Dis.* 24(3): 177-182.
- Manzoni P, Stolfi I, Messner H, Cattani S, Laforgia N, Romeo MG, Bollani L, Rinaldi M, Gallo E, Quercia M, et al. 2012. Bovine lactoferrin prevents invasive fungal infections in very low birth weight infants: a randomized controlled trial. *Pediatrics.* 129(1): 116-123.

- Matilsky DK, Maleta K, Castleman T, Manary MJ. 2009. Supplementary feeding with fortified spreads results in higher recovery rates than with a corn/soy blend in moderately wasted children. *J Nutr.* 139(4): 773-778.
- Mehra R, Barile D, Marotta M, Lebrilla CB, Chu C, German JB. 2014. Novel high-molecular weight fucosylated milk oligosaccharides identified in dairy streams. *PLoS ONE* 9(5): e96040.
- Michaelsen KF, Nielsen AL, Roos N, Friis H, Mølgaard C. 2011. Cow's milk in treatment of moderate and severe undernutrition in low-income countries. *Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program* 67: 99-111.
- Michaelsen KF. 2013. Cow's milk in the prevention and treatment of stunting and wasting. *Food Nutr Bull.* 34(2): 249-251.
- Miller GD, Jarvis JK, McBean LD. 2007. *Handbook of dairy foods and nutrition*, third edition. Boca Raton, FL. CRC Press. page 5.
- Mojtahedi MC, Thorpe MP, Karampinos DC, Johnson CL, Layman DK, Georgiadis JG, Evans EM. 2011. The effects of a higher protein intake during energy restriction on changes in body composition and physical function in older women. *J Gerontol.* 66(11): 1218-1225.
- Mozaffarian D, Cao H, King IB, Lemaitre RN, Song X, Siscovick DS, Hotamisligil GS. 2010. Trans-palmitoleic acid, metabolic risk factors, and new-onset diabetes in U.S. adults: a cohort study. *Ann Intern Med.* 153(12): 790-799.
- Mozaffarian D, de Oliveira Otto MC, Lemaitre RN, Fretts AM, Hotamisligil G, Tsai MY, Siscovick DS, Nettleton JA. 2013. Trans-palmitoleic acid, other dairy fat biomarkers, and incident diabetes: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Am J Clin Nutr.* 97(4): 854-861.
- Murphy KJ, Crichton GE, Dyer KA, Coates AM, Pettman TL, Milte C, Thorp AA, Berry NM, Buckley JD, Noakes M, Howe PRC. 2013. Dairy foods and dairy protein consumption is inversely related to markers of adiposity in obese men and women. *Nutrients.* 5: 4665-4684.
- Nackers F, Broillet F, Oumarou D, et al. 2010. Effectiveness of ready-to-use therapeutic food compared to a corn/soy-blend-based pre-mix for the treatment of childhood moderate acute malnutrition in Niger. *J Trop Pediatr.* 56(6): 407-413.
- National Academy of Sciences. 2005. *Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate.* The National Academies Press. Washington DC.
- National Dairy Council (NDC). 2016. *Science brief: Whole and reduced-fat dairy foods.* Rosemont, IL. USA.
- National Heart Lung and Blood Institute. 2015. *Metabolic Syndrome.* <http://www.nhlbi.nih.gov/health/health-topics/topics/ms/>.
- Nestel PJ, Straznicky N, Mellett NA, Wong G, deSouza DP, Tull DL, Barlow CK, Grima MT, Meikle PJ. 2014. Specific plasma lipid classes and phospholipid fatty acids indicative of dairy food consumption associate with insulin sensitivity. *Am J Clin Nutr.* 99: 46-53.
- Nowson C, O'Connell S. 2015. Protein requirements and recommendations for older people: a review. *Nutrients.* 7(8): 6874-6899.
- Oakley E, Reinking J, Sandige H, Trehan I, Kennedy G, Maleta K, Manary M. 2010. A ready-to-use therapeutic food containing 10% milk is less effective than one with 25% milk in the treatment of severely malnourished children. *J Nutr.* 140(12): 2248-2252.
- Ochoa TJ, Pezo A, Cruz K, Chea-Woo E, Cleary TG. 2012. Clinical studies of lactoferrin in children. *Biochem Cell Biol.* 90(3): 457-467.
- Olsen SF, Halldorsson TI, Willett WC, Knudsen VK, Gillman MW, Mikkelsen TB, Olsen J, Consortium N. 2007. Milk consumption during pregnancy is associated with increased infant size at birth: prospective cohort study. *Am J Clin Nutr.* 86(4): 1104-1110.
- Paddon-Jones D, Campbell WW, Jacques PF, Kritchevsky SB, Moore LL, Rodriguez NP, van Loon LH. 2015. Protein and healthy aging. *Am J Clin Nutr.* 101(Suppl): 1339S-1345S.
- Paesanor R, Berlutti F, Pietropaoli M, Pantanella F, Pacifici E, Goolsbee W, Valenti P. 2010. Lactoferrin efficacy versus

- ferrous sulfate in curing iron deficiency and iron deficiency anemia in pregnant women. *Biometals*. 23(3): 411-417.
- Pal S, Radavelli-Bagatini S, Hagger M, Ellis V. 2014. Comparative effects of whey and casein proteins on satiety in overweight and obese individuals: a randomized controlled trial. *Eur J Clin Nutr*. 68: 980-986.
- Pal S, Radavelli-Bagatini S. 2012. The effects of whey protein on cardiometabolic risk factors. *Obes Rev*. 14(4): 324-43.
- Parodi PW. 2004. Milk fat in human nutrition. *Aust J Dairy Technol*. 59: 3-59.
- Parodi PW. 2007. A role for milk proteins and their peptides in cancer prevention. *Curr Pharm Des*. 13(8): 813-828.
- Pennings B, Boirie Y, Senden JM, Gijzen AP, Kuipers H, van Loon LJ. 2011. Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. *Am J Clin Nutr*. 93(5): 997-1005.
- Pepe G, Tenore GC, Mastrocinque R, Stusio P, Campiglia P. 2013. Potential anticarcinogenic peptides from bovine milk. *J Amino Acids*. 2013:939804.
- Phillips SM, Tang JE, Moore DR. 2009. The role of milk- and soy- based protein in support of muscle protein synthesis and muscle protein accretion in young and elderly persons. *J Am Coll Nutr*. 28(4): 343-354.
- Phillips SM, Zemel MB. 2011. Effect of protein, dairy components and energy balance in optimizing body composition. *Nestle Nutrition Institute workshop series* 69:97-108; discussion 108-113.
- Phillips SM. 2011. The science of muscle hypertrophy: making dietary protein count. *Proc Nutr Soc*. 70(1): 100-103.
- Pihlanto A. 2006. Antioxidative peptides derived from milk proteins. *Int Dairy J*. 16(11): 1306-1314.
- Pritchett K, Pritchett R. 2013. Chocolate milk: a post-exercise recovery beverage for endurance sports. *Med Sport Sci*. 59: 127-134. Protein quality evaluation. Report of the Joint FAO/WHO expert consultation 4-8 December 1989, Bethesda, MD, USA.
- Prudhon C, Briend A, Prinzo Z, Daelmans B, Mason J. 2006. WHO, UNICEF and SCN Informal consultation on community- based management of severe malnutrition in children. *Food Nutr Bull*. 27(3 Suppl):S99-104.
- Raikos V, Dassios T. 2014. Health-promoting properties of bioactive peptides derived from milk protein in infant food: a review. *Dairy Sci Technol*. 94: 91-101.
- Ralston RA, Truby H, Palermo CE, Walker KZ. 2014. Colorectal Cancer and Nonfermented Milk, Solid Cheese, and fermented milk consumption: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 54(9): 1167-1179.
- Rammer P, Groth-Pedersen L, Kirkegaard T, Daugaard M, Rytter A, Szyniarowski P, Hoyer-Hansen M, Povlsen LK, Nylandsted J, Larsen JE, et al. 2010. BAMLET activates a lysosomal cell death program in cancer cells. *Mol Cancer Ther*. 9(1): 24-32.
- Reitelseder S, Agergaard J, Doessing S, Helmark IC, Schjerling P, van Hall G, Kjaer M, Holm L. 2013. Positive muscle protein net balance and differential regulation of atrogene expression after resistance exercise and milk protein supplementation. *Eur J Nutr*. 53(1): 321-33.
- Rice BH, Cifelli CJ, Pikosky MA, Miller GD. 2011. Dairy components and risk factors for cardiometabolic syndrome: recent evidence and opportunities for future research. *Adv Nutr*. 2(5): 396-407.
- Rizzoli R. 2014. Dairy products, yogurts, and bone health. *Am J Clin Nutr*. 99(Suppl):1256S-62S.
- Rizzoli R, Stevenson JC, Bauer JM, van Loon LJ, Walrand S, Kanis JA, Cooper C, Brandi M, Diez-Perez A, Reginster J. 2014. The role of dietary protein and vitamin D in maintaining musculoskeletal health in postmenopausal women: a consensus statement from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis. *Maturitas*. 79: 122-132.
- Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S. 2009. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc*. 41(3): 709-731.
- Rumbold P, Shaw E, James L, Stevenson E. 2015. Milk consumption following exercise reduces subsequent energy intake in female recreational exercisers. *Nutrients*. 7: 293-305.

- Rutherford SM, Fanning AC, Miller BJ, Moughan PJ. 2015. Protein digestibility-corrected amino acid scores and digestible indispensable amino acid scores differentially describe protein quality in growing male rats. *J Nutr.* 145(2): 372-379.
- Rutherford-Markwick KJ. 2012. Food proteins as a source of bioactive peptides with diverse functions. *Br J Nutr.* 108 Suppl 2:S149-157.
- Sachdeva A, Nagpal J. 2009. Meta-analysis: efficacy of bovine lactoferrin in helicobacter pylori eradication. *Aliment Pharmacol Ther.* 29(7): 720-730.
- Sarwar G. 1997. The protein digestibility-corrected amino acid score method overestimates quality of proteins containing antinutritional factors and of poorly digestible proteins supplemented with limiting amino acids in rats. *J Nutr.* 127: 758-764.
- Sayyad-Neerkorn J, Langendorf C, Roederer T, et al. 2015. Preventive effects of long-term supplementation with 2 nutritious food supplements in young children in Niger. *J Nutr.* 145(11): 2596-2603.
- Schaafsma G. 2000. The protein digestibility-corrected amino acid score. *J Nutr.* 130: 1865S-1867S.
- Schaafsma G. 2012. Advantages and limitations of the protein digestibility-corrected amino acid score (PDCAAS) as a method for evaluating protein quality in human diets. *Br J Nutr.* 108 Suppl 2:S333-336.
- Shirreffs SM, Watson P, Maughan RJ. 2007. Milk as an effective post-exercise rehydration drink. *Br J Nutr.* 98(1): 173-180.
- Shoham J, Duffield A, 2009. Proceedings of the World Health Organization/UNICEF/World Food Programme/United Nations high commissioner for refugees consultation on the management of moderate malnutrition in children under 5 years of age. *Food Nutr Bull.* 30(3 Suppl):S464-74
- Sousa GT, Lira FS, Rosa JC, de Oliveira EP, Oyama LM, Santos RV, Pimentel GD. 2012. Dietary whey protein lessens several risk factors for metabolic diseases: a review. *Lipids Health Dis.* 11:67.
- Spitsberg VL. 2005. Invited review: Bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical. *J Dairy Sci.* 88(7): 2289-2294. strength, and physical function in mobility-limited older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 68(6): 682-690.
- Surdykowski AK, Kenny AM, Insogna KL, Kerstetter JE. 2010. Optimizing bone health in older adults: the importance of dietary protein. *Aging Health* 6(3): 345-57.
- Tahavorgar A, Vafa M, Shidfar F, Gohari M, Heydari I. 2014. Whey protein preloads are more beneficial than soy protein preloads in regulating appetite, calorie intake, anthropometry, and body composition of overweight and obese men. *Nutr Res.* 34(10): 856-861.
- Tang JE, Phillips SM. 2009. Maximizing muscle protein anabolism: the role of protein quality. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 12(1): 66-71.
- Teegarden D. 2003. Calcium intake and reduction in weight or fat mass. *J Nutr.* 133(1): 249S-251S.
- Thorpe MP, Evans EM. 2011. Dietary protein and bone health: harmonizing conflicting theories. *Nutr Rev.* 69(4): 215-230.
- Tieland M, Dirks ML, van der Zwaluw N, Verdijk LB, van de Rest O, de Groot LC, van Loon LJ. 2012a. Protein supplementation increases muscle mass gain during prolonged resistance-type exercise training in frail elderly people: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Am Med Dir Assoc.* 13(8): 713-719.
- Tieland M, van de Rest O, Dirks ML, van der Zwaluw N, Mensink M, van Loon LJ, Groot LC. 2012b. Protein supplementation improves physical performance in frail elderly people: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Am Med Dir Assoc.* 13(8): 720-726.
- Turpeinen AM, Jarvenpaa S, Kautiainen H, R, Vapaatalo H. 2013. Antihypertensive effects of bioactive tripeptides-a random effects meta-analysis. *Ann Med.* 45(1): 51-56.
- U.S. Dairy Export Council. 1999. Reference Manual for U.S. Whey Products 2nd Edition.
- U.S. Department of Health and Human Services. 2004. Bone health and osteoporosis: a report of the Surgeon General.
- U.S. Department of Health and Human Services, Office of the Surgeon General, Rockville, MD.

- UNICEF, WHO, World Bank Group. 2017. Joint Child Malnutrition Estimates. Key Findings of the 2017 edition.
- USDA ARS. 2015. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28.
- Van Vliet S., Burd NA, van Loon L JC. 2015. The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. *J Nutr.* 145(9): 1981-1991.
- Victora CG, Adair L, Fall C, Hallal PC, Martorell R, Richter L, Sachdev HS. 2008. Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *Lancet.* 371(9609): 340-357.
- Vogel HJ. 2012. Lactoferrin, a bird's eye view. *Biochem Cell Biol.* 90(3): 233-244.
- Walrand S, Guillet C, Salles J, Cano N, Boirie Y. 2011. Physiopathological mechanism of sarcopenia. *Clin Geriatr Med.* 27(3): 365-385.
- Watson P, Love TD, Maughan RJ, Shirreffs SM. 2008. A comparison of the effects of milk and a carbohydrate-electrolyte drink on the restoration of fluid balance and exercise capacity in a hot, humid environment. *Eur J Appl Physiol.* 104(4): 633-642.
- Weaver CM. 2013. Potassium and health. *Adv Nutr.* 4(3): 368S-377S.
- Webb P, Rogers B, Rosenberg I, Schlossman N, Wanke C, Bagriansky J, Sadler K, Johnson Q, Tilahun J, Reese Masterson A, et al. 2011. Delivering improved nutrition: recommendations for changes to U.S. food aid products and programs. Tufts University, Boston, MA.
- Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Macdonald MJ, Macdonald JR, Armstrong D, Phillips, SM. 2007. Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *Am J Clin Nutr.* 85(4): 1031-1040.
- Wolever TM, Miller JB. 1995. Sugars and blood glucose control. *Am J Clin Nutr.* 62(1 Suppl):212S-221S; discussion 221S-227S.
- World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. 2011. Continuous update project report. Food, nutrition, physical activity, and the prevention of colorectal cancer.
- World Health Organization. 2012. Technical note: supplementary foods for the management of moderate acute malnutrition in infants and children 6-59 months of age., Geneva, World Health Organization.
- World Health Organization. 2013. Vitamin A deficiency. Vol. 2013.
- Yang Y, Breen L, Burd NA, Hector AJ, Churchward-Venne TA, Josse AR, Tarnopolsky MA, Phillips SM. 2012b. Resistance exercise enhances myofibrillar protein synthesis with graded intakes of whey protein in older men. *Br J Nutr.* 108(10): 1780-1788.
- Yang Y, Churchward-Venne TA, Burd NA, Breen L, Tarnopolsky MA, Phillips SM. 2012a. Myofibrillar protein synthesis following ingestion of soy protein isolate at rest and after resistance exercise in elderly men. *Nutr Metab.* 9(1):57.
- Zemel MG. 2009. Proposed role of calcium and dairy food components in weight management and metabolic health. *Physician Sportsmed.* 37(2): 29-39.

# 8

## Propiedades Funcionales y el Desempeño de las Leches en Polvo



POR DAVID CLARK, PH.D.

Bovina Mountain Consulting, Bovina Mountain, NY

Independientemente de su aportación a la nutrición, las leches en polvo aportan importantes propiedades funcionales que contribuyen a la estructura, estabilidad, apariencia y sabor de los productos alimentarios a los que son incorporados. La manera en que estas leches en polvo influyen en estas propiedades

es mayormente el resultado de su composición, el método de secado y el tratamiento térmico al que fueron sometidos durante su manufactura. Los principales componentes en la leche en polvo (proteínas, lactosa, grasa butírica, minerales) afectan su desempeño y utilidad para cada tipo de aplicación.

## 8.1 LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS LECHES EN POLVO

Tabla 1: Las Propiedades Funcionales de los Principales Componentes de la Leche en Polvo

PROTEÍNAS DE SUERO	CASEÍNAS
Batido/espuma	Emulsificación de la grasa
Congelamiento	Espumación
Solubilidad a bajo pH	Solubilidad a pH >6
Desnaturalización térmica	Fijación de agua
Baja capacidad edulcorante	Cremosidad
Desarrollo de color, dorado	Brillo/aspecto
Agente de flujo libre	Portador de sabor
Desarrollo de sabor	Rango térmico de derretido bajo

### Solubilidad

La funcionalidad de la proteína láctea se produce en virtud de la solubilidad de la proteína en una solución. En su estado natural, las proteínas de suero y caseína son altamente solubles en los sistemas de alimentos y bebidas; como resultado de esto, a menudo se emplean por sus propiedades de emulsificación, batido y espumación; no obstante, los resultados de calentamiento excesivo desnaturaliza la proteína y reduce la solubilidad. La mala solubilidad (alto índice de solubilidad) de las leches en polvo es el resultado de someter a la leche a altas temperaturas, particularmente a altos niveles de sólidos totales durante el procesamiento. Las leches en polvo secado por rodillo tiene muchos más altos índices de solubilidad (menos soluble) que las leches en polvo procesadas por atomización.

Como las proteínas de leche son sensibles al calor, el grado de desnaturalización refleja el tratamiento térmico aplicado y se usa para clasificar la leche descremada en polvo y la leche desnatada en polvo como alto calor, calor medio, o calor bajo. La clasificación térmica nos da una buena indicación de lo indicado o no de estas leches en polo para aplicaciones específicas. Al controlar la desnaturalización térmica, el grado de solubilidad puede manejarse intencionalmente.

Las leches en polvo, dependiendo de su composición, consisten generalmente de pequeñas partículas individuales de alta densidad a granel. La leche desnatada en polvo no instantánea (no aglomerada) tiende a ser un poco polvosa. Como resultado de esto, es difícil lograr buena reconstitución ya que las partículas de leche desnatada tienden a aglomerarse en la superficie del líquido reconstituido y tiene menor grado de absorción de líquido.

En el caso de la leche entera en polvo y el polvo de suero de mantequilla, el problema de la absorción de líquido es aún más difícil, ya que la grasa libre forma una película hidrofóbica en la superficie de las partículas secas. Por esta razón, se añade con frecuencia lecitina durante el proceso de secado para ayudar a mejorar la capacidad del polvo de disolverse. El proceso de la instantaneización mediante un proceso de secado que cause aglomeración mejora las propiedades de reconstitución en líquidos fríos al mejorar la absorción de líquidos, la dispersión, la tasa de hidratación y/o la solubilidad.



## Emulsificación

La manufactura de emulsiones alimenticias, típicamente sistemas de aceite en agua, es un proceso altamente energético y dinámico. Las interfaces de aceite y/o agua se protegen mediante la adsorción de surfactantes y se vuelven a perder parcialmente cuando coalescen nuevamente las gotas de emulsión que no hayan sido protegidas lo suficientemente rápido por los surfactantes.

La re-coalescencia es un fenómeno importante en las emulsiones estabilizadas por proteínas dado el desarrollo relativamente lento de la película estabilizadora en la superficie de las proteínas alrededor de nuevas gotas de emulsión.

Las proteínas en los polvos de leche pueden actuar con éxito en las interfaces de aceite y/o agua para formar y estabilizar emulsiones. La caseína es una proteína amorfa: carece de la estructura organizada en dobleces que poseen las proteínas globulares del suero. Este atributo significa que puede adsorber rápidamente la interface de aceite/agua y particionar los grupos hidrofílicos e hidrofóbicos en la fase apropiada de aceite o agua sin someterse al proceso lento de desnaturalización.

Sin embargo, este beneficio se reduce mucho en las leches en polvo de alto calor en que las moléculas de caseína permanecen atrapadas en micelas de leche cubiertas de suero durante la homogeneización.

Por el otro lado, las proteínas de suero compactas y globulares se disipan y adsorben rápidamente a las interfaces de aceite y agua recién creadas, aunque su proceso de partición, por lo contrario, es gradual debido al proceso lento de desnaturalización de la superficie. Este proceso, aunado a los previos pasos de difusión y adsorción, puede acelerarse mediante el uso de temperatura elevada durante la homogeneización, que sirve para desnaturalizar las proteínas de suero de manera controlada en el proceso de emulsificación. El desarrollo de la proteína láctea expone residuos hidrofóbicos de aminoácidos que facilitan la capacidad de la proteína a orientarse en la interface del aceite y el agua.

La capacidad de las proteínas lácteas de estabilizar emulsiones de aceite y agua es afectada por el pH y la fuerza iónica de la fase acuosa. La presencia de la lecitina en la grasa butírica también contribuye a las propiedades de emulsificación de las leches en polvo.

## Gelación

Las proteínas lácteas, en su forma desnaturalizada, tienen la capacidad de formar geles rígidos e irreversibles, inducidos por el calor, que pueden sostener agua y grasa y proporcionar soporte estructural. La gelación es un mecanismo de dos pasos que involucra el paso de iniciación y la disociación de las moléculas de proteínas, seguido por una reacción de agregación que da por resultado la

formación de gel. Para que se forme un gel altamente estructurado, es necesario que el paso de agregación proceda más lentamente que el paso de despliegue.

Se pueden formar dos tipos de agregados, dependiendo de la carga que porta la proteína nativa. Los agregados lineales ocurren cuando la carga de repulsión es grande y globular; los agregados aleatorios ocurren cuando la repulsión es pequeña. El tipo de agregado afecta la opacidad del gel y depende de las condiciones de gelación (ej., pH, temperatura, fuerza iónica).

## Fijación del Agua

La cantidad de agua sostenida en gel bajo dadas condiciones se conoce como capacidad de fijación de agua.

Esta agua, encerrada en una estructura tridimensional en el gel, puede reducir el costo de la comida (el agua no es costosa) y mejorar la percepción sensorial.

La fijación del agua cobra especial importancia cuando las leches en polvo se emplean en productos alimenticios, tales como bebidas, sopas, salchichas, y flanes/pudines. Es más, la fijación del agua y las propiedades asociadas de las proteínas (ej. hinchamiento, gelación y viscosidad) son las determinantes principales de textura en alimentos como el queso, yogurt, y alimentos lácteos reducidos en grasa.

Además, la leche en polvo aumenta la capacidad de fijación del agua en la masa de pan, directamente proporcionalmente a la cantidad añadida. Esto ejerce un efecto positivo en la textura, sabor y vida en anaquel.

## Batido/Espumado

Una propiedad importante de las proteínas de la leche es su comportamiento activo en la superficie. Adsorben fácilmente a las interfaces de glóbulos de grasa durante la homogeneización y a su interface de burbuja de aire durante el batido. Tanto la caseína con las proteínas de suero tienen la misma habilidad de hacerlo.

El espumado se define como la creación y estabilización de burbujas de gas en un líquido. La rápida difusión de proteína a la interface aire-agua para reducir la tensión de la superficie, seguido por el desarrollo parcial de la proteína son esenciales para la formación de espumas basadas en proteína. Esto da por resultado el encapsulamiento de las burbujas de aire y la asociación de moléculas de proteína que llevan a una película cohesiva intermolecular con cierto grado de elasticidad. Este criterio se cumple mejor con las leches en polvo que contienen proteínas no-naturalizadas (molecularmente solubles), no en competencia con otros surfactantes en la interface de aire y agua (ej. compuestos grasos) y estabilizadas por la creciente viscosidad cuando la espuma se ha formado (adición de fijadores de agua).

Aún cuando tanto la caseína como las proteínas de suero pueden estabilizar espumas, a diferencia del caso de las emulsiones, las proteínas de suero tienden a producir las espumas más estables. Esto se explica parcialmente por el más elevado nivel de elasticidad que aportan las proteínas de suero a la película proteica en la interface de aire-agua.

Las propiedades de batido de los ingredientes lácteos se ven afectados por diversos factores, incluyendo la concentración y estado de las proteínas lácteas, el pH, el entorno iónico, tratamiento pre-térmico y el efecto de los lípidos. Conforme se aumenta la concentración de la proteína láctea, la espuma se vuelve más densa con burbujas de aire más uniformes, y una textura más fina. En general, cuando se rebasa la concentración de proteína al valor máximo, empieza enseguida a disminuir otra vez.

Las leches en polvo son de beneficio al desarrollo de espumas que son características en los postres congelados, cubiertas batidas, merengues y mousses. Específicamente, la leche desnatada en polvo mejora la estructura de la espuma y la textura en los pasteles.

## La Viscosidad

Las proteínas lácteas en las leches en polvo juegan un papel importante en controlar la textura de muchos productos alimentarios. Se usan para modificar las propiedades reológicas en los alimentos.

Dependiendo del estado de la proteína, las proteínas lácteas pueden contribuir a obtener la viscosidad deseada en una gama más amplia de alimentos, tales como las sopas, salsas, aderezos de ensalada, masas para repostería, y yogurts.

El desarrollo de la viscosidad se relaciona estrechamente a las propiedades de gelación, fijación de agua, e interacciones de proteína a proteína que ya se han discutido.

## Dorado/Color

Aún cuando no se considere una propiedad funcional, el dorado es importante en muchos alimentos. Las leches en polvo contribuyen al dorado cuando la proteína con reducción de azúcar y lactosa se somete al dorado Maillard. Por ejemplo, durante el horneado o cocción, el grupo de aminoácido libre de la proteína reacciona con la lactosa y otras azúcares reductoras presentes en la formulación con el fin de producir un apetitoso color caramelo a los alimentos horneados y salsas. La lactosa no es fermentada por levadura de repostería en productos horneados leudados con levadura, así que sigue disponible para dar color a la costra.

El agradable color crema contribuye al aspecto de productos viscosos, tales como salsas, sopas, aderezos de ensalada y bebidas. También contribuye a la opacidad.

## Sabor/Aroma

En general, el sabor de las proteínas lácteas es bastante suave, y no aportan ningún sabor extraño a los alimentos cuando se usan como ingredientes. Durante el procesamiento térmico, la lactosa presente en las leches en polvo reacciona con las proteínas lácteas, llevando a la producción de distintos sabores, incluyendo ácidos orgánicos agrios equilibrados con sustancias dulces o amargas.

Tabla 2: De la Funcionalidad a las Aplicaciones

<b>FUNCIÓN</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>BENEFICIOS FUNCIONALES</b>	<b>BENEFICIOS COMERCIALES</b>	<b>APLICACIONES</b>
<b>Emulsificación</b>	Presencia de grupos hidrofílicos e hidrofóbicos en las proteínas de leche	Creación de emulsiones estables  Evita que los glóbulos de grasa formen una sola gran masa  Versatilidad y ser un agente de emulsión que ocurre naturalmente	Mejora apariencia de producto, haciéndolo más atractivo al consumidor  Contribuye a que la etiqueta de ingredientes sea atractiva	Repostería Confitería Lácteo / Leche recombinada Carne Bebidas nutricionales Alimentos preparados
<b>Gelación</b>	Los componentes de la leche forman geles irreversibles bajo condiciones específicas	Fija grandes cantidades de agua y compuestos no proteicos  Mejora la sensación en boca. Ayuda a lubricar y brinda la textura cremosa y suave de la grasa	Apela a los consumidores que cuidan de su salud al crear productos de menor contenido de grasa con el sabor de grasa completa	Confitería Lácteo/ Leche recombinada Carne Alimentos preparados
<b>Fijación de agua y construcción de viscosidad</b>	Bajo ciertas condiciones, las moléculas de las proteínas se desarrollan para formar un gel. La estructura tridimensional del gel se une al agua	Proporciona atributos simulando grasa en productos, permitiendo la reducción del contenido de grasa  Retiene agua, lo cual reduce costo de producción  Aumenta la viscosidad, lo cual tiene un efecto importante sobre el tratamiento en maquinaria  Mejora la textura del producto, creando productos más húmedos. Aumenta la viscosidad en productos rehidratados y fluidos	Los productos de menor contenido de grasa apelan a los consumidores que cuidan de su salud, especialmente si pueden duplicar el sabor de grasa completa.  La reducción de costos en ingredientes se puede traducir a precios más bajos para el consumidor o aumentar posibilidades de gasto en comercialización  Un producto más húmedo se equipara con un producto más fresco  Mejora la textura del producto, aumentando su atractivo para el consumidor	Repostería Confitería Lácteo / Leche recombinada Carne Bebidas nutricionales Alimentos preparados
<b>Batido / Espumado</b>	Propiedades activas en superficie de las proteínas de leche crean y estabilizan las burbujas de gas en un líquido	Ayuda a mantener la estabilidad de la espuma  Ayuda a mejorar el volumen de batido	Mantiene las propiedades de la espuma, lo cual mejora el atractivo visual y el producto terminado  Proporciona estructura y textura	Repostería Confitería Lácteo / Leche recombinada Bebidas nutricionales

<b>Mejoramiento de sabor</b>	La lactosa reacciona con las proteínas de leche para producir compuestos llenos de sabor. Las leches en polvo tienen un sabor lácteo suave y dulce	Puede brindar sabor horneado y dorado durante la cocción y calentamiento	Sabor y aroma limpios sin evidencia de sabores extraños, mejora el atractivo para el consumidor	Repostería Confitería Lácteo / Leche recombineda Bebidas nutricionales Alimentos preparados
	La grasa butírica porta ingredientes de grasa solubles en toda la formulación	Puede brindar notas lácteas cremosas	Sabor constante y homogéneo	
	El punto de fundición bajo de la grasa butírica garantiza la total liberación del sabor	La grasa butírica garantiza la distribución pareja del sabor		
<b>Dorado / Color</b>	La lactosa, azúcar por reducción, funge como sustrato para la reacción Maillard. Las leches en polvo contribuyen al color lácteo cremoso al igual que a la opacidad	Acentúa el desarrollo de color durante cocción y horneado	Mejora el atractivo visual, aumentando así el atractivo para el consumidor	Repostería Confitería Lácteo / Leche recombineda Bebidas nutricionales Alimentos preparados
		Mejora la opacidad en alimentos de menor contenido graso	Los alimentos de menor contenido graso apelan a los consumidores que persiguen la salud	
<b>Enriquecimiento nutricional</b>	Posee proteínas de alta calidad —se requiere de todos los aminoácidos esenciales para una dieta saludable — de manera fácilmente digerible. Es alta en lactosa, un disacárido que se digiere lentamente. Las leches en polvo son altas en calcio y ricas en tiamina, riboflavina y otros nutrientes	Puede mejorar el perfil nutricional de un producto alimenticio	Contribuye al aspecto saludable de un alimento y a su etiqueta de ingredientes limpios	Repostería Lácteos / Leche Recombinada Bebidas nutricionales Alimentos preparados Alimentos médicos y de dieta especial
		La lactosa aumenta la absorción y estimula el crecimiento de lactobacilos que ayudan a formar ácido en el tracto intestinal	Representa una buena fuente natural de vitaminas solubles	
		Proporciona enriquecimiento vitamínico	Ofrece ventajas para la terapia dietética	
		Proporciona fortificación mineral		

## Bibliografía

- Drake MA, Miracle RE, Wright JM. Sensory properties of dairy proteins. California (CA): Academic Press; 2014. Chapter 16, Milk proteins; p. 473-492.
- Frankowski KM, Miracle RE, Drake M. 2014. The role of sodium in the salty taste in permeate. J Dairy Sci. 97(9): 5356-5370.
- Huppertz T, Gazi I. 2015. Milk protein concentrate functionality through optimised product-process interactions. New Food 12(1): 12-17.
- Sikand V, Tong PS, Walker J. 2008. Impact of protein standardization of milk powder with lactose or permeate on whey protein nitrogen index and heat classification. Dairy Sci Technol. 88(1): 105-120.
- Smith ST, Metzger L, Drake MA. 2016. Evaluation of whey, milk and delactosed permeates as salt substitutes. J. Dairy Sci. 99(11): 8687-8698.
- Tong PS, Sodini I. Milk and milk based ingredients. United Kingdom (UK): Blackwell Publishing; 2005. Chapter 10, Manufacturing yogurt and fermented milks; p. 167-183.
- Uluko H, Liu L, Lv J, Zhang W. 2016. Functional characteristics of milk protein concentrates and their modification. J Critical Reviews in Food Science and Nutrition 56(7).

# 9

## Las Leches en Polvo en Aplicaciones en la Repostería y Confitería



## 9.1 BENEFICIOS DE LAS LECHE EN POLVO EN REPOSTERÍA Y CONFITERÍA

Los fabricantes de repostería y confitería del mundo se benefician de las ventajas nutritivas, funcionales y de abastecimiento de las leches en polvo de alta calidad de los EE.UU., regularmente disponibles a lo largo del año. A las leches en polvo se les valora por su amplio rango de beneficios funcionales que resaltan el atractivo visual, de sabor, de la textura, y de la vida en anaquel de los productos horneados y confitería, en tanto también mejoran la nutrición, siendo fuente de proteínas, vitaminas y minerales, como el calcio. Las leches en polvo también contribuyen a tener una etiqueta de ingredientes limpios.

Al seleccionar un ingrediente de leche en polvo, no sólo cuenta el tipo de ingrediente (vr. gr., WMP vs. SMP/NDM vs MPC) sino también son importantes las especificaciones de producto. Mientras que los polvos bajos en esporas y otras especificaciones estrictas típicamente empleadas en aplicaciones recombinadas y nutricionales usados en productos de repostería/confitería, a menudo son innecesarios desde una perspectiva de desempeño y/o de calidad de producto y generalmente incrementarán substancialmente el costo. Empero, al trabajar con proveedores para determinar las especificaciones indicadas de producto para el uso final, usted recibirá una variedad más económica de opciones de abastecimiento de ingredientes de repostería y confitería, con ello mejorando el balance final.

### Repostería

Las leches en polvo son un ingrediente común en muchos productos horneados, pasteles, galletas, repostería y galletas saladas, además de encontrarse en mezclas secas utilizadas y en las formulaciones de la repostería. Los principales componentes de las leches en polvo (proteínas, lactosa y, en el caso de WMP, la grasa butírica) afectan la forma en la que actúan y su idoneidad en las diferentes aplicaciones en la repostería. Por ejemplo, el NDM y MPC ayudan a construir el cuerpo y la textura del pan, mientras que el WMP mejora la estructura del pan y genera burbujas de aire más finas y uniformes. El polvo de suero de mantequilla se ha usado en productos de repostería especializada para entregar una textura corta sin resequecedad excesiva.

### Confitería de chocolate

Del mismo modo, las leches en polvo son un atractivo apto para la confitería chocolatera. Elegir los ingredientes apropiados de leche en polvo puede ayudar a que los fabricantes de confitería fabriquen

productos económicamente viables con alta aceptación de los consumidores.

El WMP, igual que NDM/SMP, se puede usar tanto en chocolates de leche como en recubrimientos compuestos de sabor a leche/chocolate blanco. El NDM/SMP ofrece la ventaja de vida en anaquel más duradera y es menos sensible al desarrollo de sabores indeseables por el bajo contenido de grasa (<1.5%). El tratamiento de calor SMP influye el perfil final de sabor del chocolate. Mientras que el SMP de calor bajo se usa amplia y comúnmente, el SMP producido mediante tratamientos a temperaturas más elevadas puede poseer algunos de los sabores cocidos y caramelizados más buscados en los chocolates de leche.

Las formulaciones de recubrimientos compuestos no cuentan con normas de identidad (en Estados Unidos); por ello, los desarrolladores de productos pueden tener más flexibilidad al usar los ingredientes basados en lácteos que en las fórmulas de chocolate. Si se usa leche en polvo para preparar un recubrimiento, típicamente será la SMP. Dado que el punto de derretimiento de las grasas de recubrimiento se pueden personalizar, no hace falta usar una fuente de grasa butírica, como AMF para ajustar la dureza del producto terminado.

Los MPCs también pueden proporcionar una fuente concentrada de proteína para esas propiedad de textura, sensoriales y funcionales en la fabricación de confitería, aún cuando la U.S. Food and Drug Administration no permite que se empleen en el chocolate con estándares de calificación. También se pueden usar como fuente de sólidos lecheros en la formulación de recubrimientos sabor a chocolate de leche para helados, barras de dulce y en otros usos de cobertura. Los MPCs bajos en proteínas típicamente se eligen para usarse en recubrimientos de chocolate.

### Confitura de azúcar

Las leches en polvo también pueden interpretar un papel crítico en la textura, sabor y fabricación de muchos productos de confitería de azúcar tales como los caramelos, el chicloso (toffee), el turrón de chocolate (nougat) y las bolitas de leche malteada. La configuración de los componentes lácteos en una formulación de caramelo va a influir la reacción de oscurecimiento por la variación en cantidades de lactosa, mientras que la composición de la proteína también juega un papel en el proceso de caramelización. Los ingredientes que contienen grasa usados en la formulación de caramelos de igual

forma influyen en la textura, textura en boca y la vida en anaquel del producto terminado. Mientras que los caramelos de alta calidad se fabrican con leche descremada en polvo y concentrados de proteína de leche como sustitutos parciales o totales del componente lácteo, se debe tener cuidado en no sobrepasarse del punto de saturación de la lactosa.

Al usar las MPCs, las opciones de menor proteína por lo general se usan en caramelos y toffees, mientras que las MPCs de mayor proteína (80%-90% proteína) son más idóneas en la confitería aireada como el turrón de chocolate. La SMP es la indicada y se usa con frecuencia en productos de confitería aireadas al vacío como las bolitas de leche malteada.

La Tabla 1 analiza los beneficios adicionales de las leches en polvo.

**Tabla 1: Beneficios adicionales de las leches en polvos**

FUNCIÓN	REPOSTERÍA	CONFITERÍA
<b>Nutrición</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las leches en polvo son una fuente de proteína de alta calidad con amino ácidos fácilmente digestibles y biodisponibles. La proteína de suero de leche, que representa el 20% de la proteína en las leche en polvo, es altamente valorizada por las muchas propiedades que mejoran la salud.</li> <li>Las leches en polvo tienen un alto contenido de vitaminas y minerales solubles como el calcio, fósforo y magnesio y se pueden usar en productos de repostería fortificada (100 gramos de SMP contienen 1,300 mg de calcio).</li> </ul>	
<b>Emulsificación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las proteínas en las leches en polvo pueden actuar exitosamente como interface aceite/agua para formar y estabilizar las emulsiones.</li> <li>La buena emulsificación de lípidos ayuda a que la masa se esponje uniformemente, contribuyendo a una buena textura en panes y otros productos de repostería horneada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La lecitina presente en la grasa butírica ayuda estabilizar las emulsiones.</li> </ul>
<b>Gelación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las proteínas lácteas desnaturalizadas tienen la capacidad de formar geles rígidos, inducidos por calor e irreversibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retienen el agua y la grasa y proporcionan el apoyo estructural a la confitería. Se pueden formar dos tipos de agregados: lineales o globulares. El tipo de agregación afecta la opacidad del gel, propiedad importante en la confitería.</li> </ul>
<b>Retención de agua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La capacidad de retención de agua se refiere al agua retenida en un gel en ciertas circunstancias. Esta agua, encerrada en la estructura tri-dimensional del gel, puede reducir el costo de la comida (el agua no es cara) y mejorar la percepción sensorial.</li> <li>La capacidad de retención de agua de una masa llega a afectar la maquinabilidad de manera importante. También afecta la textura y frescura percibida de la repostería con humedad implicando frescura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La textura firme y chiclosa de varios confites se debe a la retención del agua causada por la caseína.</li> </ul>
<b>Espuma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La espumación es la creación y estabilización de las burbujas de gas en un líquido. Es importante en la repostería y confitería y es parecida a la formación de una emulsión. Al aumentar la concentración de proteína láctea, la espuma se vuelve más densa con más burbujas de aire uniformes de textura más fina.</li> <li>La espuma mejora la estructura y textura y atractivo visual del pan, pasteles y pastelillos (muffins). La prueba más retadora de las propiedades de espumación en las aplicaciones de repostería es la capacidad de que pueda sostenerse la espuma de proteína y fijarse durante el proceso de horneado, como cuando se hace un pastel angel food.</li> <li>El ingrediente predilecto para proporcionar estructura es la SMP de calor elevado. El desarrollo de estructura está correlacionado inversamente al valor WPN desnaturalizado en el SMP. Entre menor sea el valor WPN, mayor es la funcionalidad de espumación. El SMP con un nivel térmico elevado evita la depresión en volumen de hogaza en panes. El SMP con un nivel térmico bajo reduce la extensibilidad de la masa y el resultado es un</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La incorporación de aire es importante en la confitería tal como en los turrónes de chocolate, en el glaseado y en varias cremas.</li> </ul>
<b>Dorado/color</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mediante la reacción de oscurecimiento Maillard, la lactosa y la proteína presente en las leches en polvo acentúan el desarrollo de color. Durante el calentamiento y horneado, los grupos de aminos de las proteínas reaccionan con la lactosa y otras azúcares reductoras presentes en la formulación, entregando un color llamativo en tanto también contribuyen al sabor.</li> <li>La reacción de oscurecimiento Maillard contribuye al color dorado café en los productos de repostería.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Además, contribuye al color caramelizado que se asocia con muchos confites.</li> </ul>

<b>Sabor/aroma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las leches en polvo contribuyen a dar una nota láctea sutil y agradable y aroma a los productos horneados y a la confitería. Del sabor, muy poco proviene de proteínas lácteas, que son bastantes insulsas y no contribuyen con sabores extraños ni raros. Casi todo el sabor proviene de la grasa butírica, que agrega riqueza a ciertos productos de repostería y confitería. Además funciona como transportador de ingredientes solubles y de sabores varios. El punto bajo de derretimiento Maillard completa la liberación del sabor. Durante el proceso de horneado/cocción, la lactosa presente en la leche en polvo reacciona con proteínas lácteas llevando el producto a generar sabores diferentes. En términos generales, el sabor poco usado de las leches en polvo permite que los demás sabores se desarrollen plenamente.</li> </ul>
--------------------	---

## 9.2 FORMULACIONES DE REPOSTERÍA

Las formulaciones que se presentan a continuación no representan todos los usos o únicamente la fórmula potencial para los usos. Los desarrolladores de producto han alentado modificar las fórmulas y evaluar otros usos que se entienden como los indicados para su línea de productos y mercado

### Bísquets (biscuits) de polvo de hornear

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Harina	45.60
Agua	27.64
Manteca vegetal	15.00
<b>Concentrado de proteína de suero, 80%</b>	<b>4.00</b>
<b>Leche descremada en polvo, temperatura baja</b>	<b>3.94</b>
Polvo para hornear	2.95
Sal	0.87
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

\*Fórmula cortesía del Centro para la Investigación Lechera de Wisconsin, Universidad de Wisconsin-Madison

#### Procedimiento:

1. Cierne la harina, el polvo para hornear, la sal y el WPC80 en un recipiente.
2. Introduzca la manteca en los ingredientes secos usando una batidora para masa o un tenedor.
3. Mezcle la SMP con agua fría y agrégala toda de un tirón a los ingredientes secos, incorporándola con un tenedor hasta que quede húmedo parejo.
4. Vierta sobre una superficie ligeramente enharinada. Amase ligeramente unas 6 veces o hasta que se aglomere una bola de masa.
5. Aplane la masa hasta lograr un grosor de 1.25 cm (0.5 pulgada) y corte círculos de 6 cm (2.5 pulgada) diámetro.
6. Hornee en una bandeja a 232 °C (450 °F) 10 minutos o hasta que tenga un color café dorado.

### Panecillos (muffins)

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Harina, pastel	30.15
Agua	23.70
Azúcar	19.65
<b>Mantequilla, derretida</b>	<b>12.45</b>
Huevos	9.35
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>2.35</b>
Polvo para hornear	1.55
Sal	0.40
Vainilla (2x)	0.40
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

\*Fórmula cortesía del Centro de Tecnología de Productos Lácteos, Universidad Estatal Politécnica de California

#### Procedimiento:

1. Mezcle los ingredientes secos y hágalos a un lado.
2. Incorpore la mantequilla derretida, los huevos y la vainilla.
3. Agregue los ingredientes secos a los ingredientes húmedos, mezclando hasta quedar incorporados.
4. Con una cuchara, coloque 75 g (2.6 oz) de la mezcla en los moldes para panecillos (muffin cups).
5. Hornee a 196 °C (385 °F) 15 minutos.



## Scone salado de queso

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Harina para todo uso	37.55
Agua	22.85
<b>Queso cheddar</b>	<b>15.45</b>
<b>Mantequilla</b>	<b>13.10</b>
Polvo de huevo entero	4.60
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>2.05</b>
Polvo para hornear	1.90
<b>Queso rallado fuerte</b>	<b>1.85</b>
Sal	0.60
Espicias	0.05
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

\*Fórmula cortesía del Centro de Tecnología de Productos Lácteos, Universidad Estatal Politécnica de California

## Procedimiento:

1. Combine la harina, el polvo de huevo, la leche descremada en polvo, el polvo para hornear y la sal en un recipiente.
2. Mezcle bien con un tenedor para mezclar y airear.
3. Agregue la mantequilla e introduzca lentamente la mezcla de harina usando una batidora con paleta o dos cuchillos, o usando las puntas de los dedos hasta que la mezcla tenga aspecto de migajas de pan.
4. Agregue los quesos y especias, mezclando ligeramente.
5. Agregue el agua y mezcle solo hasta que los ingredientes secos estén humedecidos.
6. Forma una bola con la masa y presiónela hasta que se quede unida. Colóquela en una superficie ligeramente enharinada. Amase ligeramente 12 veces. Aplane la masa hasta formar un círculo de 1.25 cm (0.5 pulgada) de espesor.
7. Corte la masa en rebanadas triangulares como de una tartaleta, espaciándolas en la charola de hornear a 2.5 cm (1 pulgada).
8. Hornee a 232 °C (450 °F) 12 minutos o hasta que la parte superior esté dorado. Sírvaselo caliente.

## Pastel Amarillo en Capas

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Harina, pastel	27.13
Azúcar, granulado	27.13
Agua	17.85
Huevo, líquido	13.32
Manteca vegetal	11.10
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>2.22</b>
Vainilla (2x)	0.55
Sal	0.55
Polvo para hornear	0.15
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

## Procedimiento:

1. Crema ligera, azúcar, sal, leche descremada en polvo y manteca.
2. Agregue harina y agua. Bata a velocidad baja hasta quedar uniforme.
3. Agregue el huevo en tres etapas. Bata bien.
4. Agregue sabor y polvo para hornear con el último huevo. Mezcle bien.
5. Hornee a 190 °C (375 °F) 25 minutos.

## 9.3 FORMULACIONES DE CONFITERÍA

Las formulaciones que se presentan a continuación no representan todos los usos o únicamente la fórmula potencial para los usos. Los desarrolladores de producto han alentado modificar las fórmulas y evaluar otros usos que se entienden como los indicados para su línea de productos y mercado.

### Dulces de caramelo

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Azúcar, granulado	35.40
Jarabe edulcorante	34.00
Aceite de coco parcialmente hidrogenado	12.00
Agua	7.00
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>4.20</b>
<b>Suero de leche dulce y seco</b>	<b>4.20</b>
<b>Mantequilla</b>	<b>3.00</b>
Lecitina	0.10
Sal	0.10
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

Procedimiento:

1. Combine los ingredientes y mezcle usando una velocidad alta durante 5 minutos.
2. Cocine a 120 °C (248 °F). Vacíe en papel de silicón. Cubrir con envoltura de plástico y deje enfriar.

### Dulce de chocolate/recubrimientos

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Azúcar, granulado	46.00
Mantequilla de cacao	19.75
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>15.00</b>
Licor de chocolate	13.00
<b>Grasa butírica anhidra</b>	<b>6.00</b>
Lecitina	0.25
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

Procedimiento:

1. Mezcle las leches descremadas en polvo, el licor de chocolate, el azúcar y la mitad de la mantequilla de cacao en una batidora de uso rudo.
2. Refine la pasta usando un refinador de tres rodillos o de cinco hasta logra un tamaño de partícula de 20-30 micras.
3. Agregue la lecitina, el sobrante de la mantequilla de cacao y la grasa butírica anhidra.
4. Homogenice en una batidora aislada para el calor hasta lograr el sabor deseado y viscosidad.
5. Atempere y vierta en moldes o use para cubrir o verter centros.

### Glaseado, vainilla

INGREDIENTS	USAGE LEVEL (%)
Azúcar impalpable	77.00
<b>Mantequilla</b>	<b>10.60</b>
Agua hirviendo	10.25
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>1.15</b>
Extracto de vainilla	1.00
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

Procedimiento:

1. Mezcle el azúcar pulverizada y la leche descremada en polvo.
2. Agregue agua hirviendo, mantequilla y vainilla.
3. Bata usando una mezcladora en velocidad baja hasta que quede mezclado.
4. Bata en velocidad mediana un (1) minuto.

\*Fórmula cortesía del Centro de Tecnología de Productos Lácteos, Universidad Estatal Politécnica de California/California Polytechnic State University

## Betún, vainilla reducido en grasa

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Azúcar impalpable (glass)	68.60
Agua	14.30
Manteca vegetal	9.50
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>4.00</b>
<b>Concentrado de proteína de suero, 80%</b>	<b>1.70</b>
Almidón	1.30
<b>Sabor mantequilla</b>	<b>0.30</b>
Vainilla (2x)	0.30
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

Procedimiento:

1. Bata los ingredientes secos en la velocidad #1 en una batidora con un aditamento de paleta.
2. Agregue manteca y bata uniformemente.
3. Agregue agua caliente de la llave 60 °C (140 °F) y vainilla. Bata usando una velocidad # 2 para alcanzar una consistencia pareja y uniforme.

## Glaseado, chocolate

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Azúcar impalpable (glass)	70.30
<b>Mantequilla</b>	<b>13.00</b>
Agua hirviendo	10.30
Polvo de cacao	5.50
Extracto de vainilla	0.60
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>0.20</b>
Sal	0.10
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

Procedimiento:

1. Mezcle el azúcar en polvo, la leche descremada en polvo, la sal y el cacao en polvo.
2. Agregue agua hirviendo, mantequilla y vainilla.
3. Bata usando una mezcladora en velocidad baja hasta que quede mezclado.
4. Bata en velocidad media un (1) minuto.

\*Fórmula cortesía del Centro de Tecnología de Productos Lácteos, Universidad Estatal Politécnica de California

## Turrón de chocolate (nougat)

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
<b>PARTE 1</b>	
Malta	16.9
Agua	6.9
Trehalosa	5.9
Azúcar fina granulada	5.9
<b>Lactosa</b>	<b>3.1</b>
Sal	1.0
<b>PARTE 2</b>	
<b>Leche entera en polvo</b>	<b>15.9</b>
<b>Grasa butírica anhidra (AMF)</b>	<b>12.2</b>
<b>Pasta de leche</b>	<b>0.4</b>
<b>PARTE 3</b>	
Clara de huevo	1.4
Azúcar fina granulada	0.8
<b>PARTE 4</b>	
Cacahuates	16.9
Almendras	12.7
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

### Procedimiento:

1. Mezcle los ingredientes de la Parte 1 hasta que hiervan a 124°C (255 °F); agregue la clara de huevo pre-batida y el azúcar fina (Parte 3).
2. Incorpore los ingredientes de la Parte 2 y bata.
3. Bata hasta formar una pasta y agregue los ingredientes de la Parte 4.
4. Coloque en un molde y preñe; corte en cuadros después de coagular. Saque de la charola rodando el material seco mientras esté tibio. Envuelva en un envoltorio de plástico. Durará por lo menos dos meses a temperatura ambiente, o más si se congela.

# 10

## Aplicaciones Lácteas y de Leche Recombinada de Leches en Polvo



POR MICHAEL NYGAARD

Nygaard Consulting, Olympia WA

La leche líquida tiene una vida de anaquel limitada debido a que la alta actividad del agua facilita la separación de los componentes de la leche, lo cual soporta la actividad de las enzimas y permite el crecimiento de los microorganismos. Secar suficiente la leche reduce la actividad del agua del polvo que resulta, retardando los procesos de deterioro y protegiendo el producto contra la descomposición microbiana bajo condiciones ambientales. Las leches en polvo son, en esencia, las formas preservadas de los componentes sólidos de la leche. La leche desnatada en polvo (*skimmed milk powder* o SMP) como lo define la Comisión del Codex Alimentarius, o la leche descremada en polvo (*non-fat dry milk* o NDM) como lo define la U.S. Food and Drug Administration, describen sólidos de leche descremados y leche entera en polvo (*whole milk powder* o WMP), en ambas jurisdicciones, y representan los sólidos totales de la leche en forma seca. De manera similar, el suero de mantequilla en polvo (*buttermilk powder* o BMP) es la conversión de los sólidos totales en el suero de mantequilla de crema dulce convertido en polvo. El BMP se asemeja mucho a la SMP en composición, salvo que contiene una mayor concentración de fosfolípidos comparado con los de la SMP. Es conveniente reconstituir estos polvos de vida de anaquel estable en productos líquidos según la necesidad. Así, la SMP a “leche desnatada en polvo” y la WMP a “leche entera reconstituida” —solo requiere mezclar la cantidad requerida de agua potable con la cantidad calculada de producto seco.

De hecho, la grasa butírica se puede conservar por separado en forma de grasa butírica anhidra (*anhydrous milkfat* o AMF) (o

aceite de mantequilla), crema en polvo, mantequilla congelada o crema coagulada (espesa) congelada (frozen plastic cream); las primeras dos son relativamente estables a temperatura ambiente. Es una práctica industrial conveniente producir una leche fluida (una “leche recombinada”) que representa la leche original, meramente al mezclar SMP o NDM junto con AMF (o cualquiera de los arriba mencionados productos de grasa butírica congelada). De esta manera, la SMP podrá convertirse en leche descremada reconstituida y combinada con AMF para producir “leche recombinada” como alternativa para reconstituir la leche entera a partir de leche entera en polvo, o WMP.

En aras de ser claros, ya sean reconstituidos o recombinados, los productos derivados de mezclar leche en polvo y agua, con o sin el componente de grasa, a menudo se conocen como leche o productos de leche “recombinada”.

La leche líquida, los productos de leche y varias formulaciones a base de lácteos se pueden producir fácilmente usando SMP y AMF. Las leches en polvo también hacen que sea posible producir diversos productos de leche recombinada a partir de los productos preservados, a menudo sin requerir de complicados protocolos de elaboración, para lograr la concentración de uno o más productos de los componentes de la leche, comparado con las prácticas convencionales de manufacturar estos productos con leche fluida fresca. Las cantidades calculadas de los ingredientes preservados (o secos) y agua se mezclan fácilmente, como se requiere para cumplir con la composición del producto terminado, acabando así con los procesos como la separación y evaporación de la crema.

Tabla 1: Ingredientes de la Leche Recombinada y Productos

INGREDIENTES	RANGO TÍPICO DE COMPOSICIÓN DE			
	SÓLIDOS NO GRASOS	PROTEÍNA	GRASA	HUMEDAD
<b>Sólidos de leche no grasos</b>				
Leche descremada en polvo	94%	35%	1%	3-5%
Leche desnatada seca		37%		
Polvo de mantequilla de leche	95%	35%	5%	3%
<b>Grasa butírica</b>				
Grasa butírica anhidra			99.8%	
Aceite de mantequilla			99.5%	
Crema en polvo			40-75%	
<b>Ambos sólidos de leche No grasa y Grasa Butírica</b>				
Leche entera en polvo			>26%	3%
Leche en polvo parcialmente desnatada			2-25%	

## 10.1 SELECCIÓN DE INGREDIENTES

La estabilidad de sabor de la leche entera en polvo (WMP) es relativamente limitada en comparación con la de la leche descremada en polvo (SMP) bajo condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente. Por lo tanto, la SMP o la leche deshidratada sin grasa (NDM) son las formas preferidas de sólidos no grasos de leche conservados, donde el componente de grasa de la leche se conserva como grasa butírica anhidra (AMF) o aceite de mantequilla. La SMP y el suero de mantequilla en polvo (BMP) tienen una composición similar, pero el BMP no es adecuado en lo individual para recombinarse en leche líquida. Sin embargo, en algunas ocasiones se utiliza una pequeña cantidad de BMP con la SMP para ayudar a mejorar la percepción de sabor de la leche recombinada.

Mucha de la funcionalidad de las leches en polvo se asocia con su contenido proteico. Dado que el contenido proteico varía dependiendo del producto en polvo, es importante considerar el contenido proteico del ingrediente leche en polvo cuando se calcule la cantidad que se requiere en la formulación de un producto de leche recombinada en particular. Lo más importante, como se señala más adelante, es que muchas de las propiedades de reconstitución de la leche en polvo se determinan por el nivel de tratamiento previo al calentamiento que se le dé a la leche antes de deshidratarla con el consiguiente grado de desnaturalización de las proteínas del suero de leche en el polvo. En consecuencia, es clave elegir correctamente la leche descremada en polvo—ya sea polvo de baja, mediana o alta temperatura—para lograr con éxito la aplicación de la leche en polvo.

En general, cuando se requiere una leche en polvo con proteínas de suero relativamente intactas (estado original), se utiliza una SMP de baja temperatura.

Aunque en algunas otras aplicaciones, será necesario utilizar una SMP de alta temperatura cuando se requiera tener proteínas de suero de leche sustancialmente desnaturalizadas para poder producir los atributos deseados en un producto recombinado.

Cuando se elaboran leche líquida recombinada y productos relacionados, utilizar una SMP de baja temperatura resulta en una leche con mejor sabor, más fresco y menos fuerte. Sin embargo, esto puede originar que desarrolle un sabor desabrido más pronto que si se utilizara un polvo de alta temperatura. Esto se debe primordialmente a la presencia de compuestos de sulfhidrilo que dan una propiedad antioxidante a la SMP de alta temperatura.

La SMP y la AMF (o cualquier otra combinación adecuada de sólidos no grasos de leche (SNF) y fuentes de grasa butírica) pueden procesarse juntos con facilidad para leche recombinada. Sin embargo, en ocasiones se utilizan emulsificantes para lograr la emulsificación deseada de la grasa en la formulación de leche recombinada. Un ejemplo de cuando esto se requiere es la leche en polvo compensada con grasa vegetal (FMP), una mezcla de sólidos no grasos de leche y grasa vegetal (aceite de palma o aceite de coco) en forma de polvo. Es un producto en polvo estable que se ha utilizado durante largo tiempo en varias formulaciones de leche recombinada en muchos países del Este de Asia.

## 10.2 FUNCIONALIDAD DE LAS LECHE EN POLVO

La mayor virtud de la leche en polvo es su estabilidad en almacenamiento a temperatura ambiente, haciendo que sea posible conservar los sólidos de leche en forma relativamente sencilla. Además, como se ha mencionado en este manual, las leches en polvo tienen varias propiedades que mejoran mucho la funcionalidad en recombinación y otras aplicaciones de productos lácteos. Muchas de estas propiedades se atribuyen a las proteínas presentes en los productos lácteos deshidratados. Entre las propiedades funcionales importantes de la proteína de leche están la emulsificación, la retención de agua, la ligadura de agua, batido (incorporación de aire) y ligadura de sabor. Estas propiedades juegan distintos papeles dependiendo de la aplicación. Otros elementos de la leche, a saber, la lactosa y los minerales, agregan cuerpo al producto recombinado y/u otorgan la condición sensorial y

alimenticia deseada al producto resultante. Algunas propiedades funcionales de las leches en polvo pueden manipularse durante su elaboración para lograr la calidad deseada del producto de leche recombinada. En los párrafos siguientes se abordan brevemente las propiedades funcionales más importantes de las leches en polvo.

### Propiedades de Reconstitución

La capacidad de las leches en polvo de disolverse cuando se mezclan con agua se debe a varias características de los polvos, tales como la capacidad de dispersarse, humedecerse, de hundirse y de disolverse. A diferencia de muchos polvos de proteína comestibles, la alta solubilidad de la leche en polvo sin necesitar aditivos se atribuye a la solubilidad de sus proteínas. Sin embargo, también se ve bastante influida por condiciones tales

como el pH de la leche líquida original, la estabilidad del calor de la leche antes de la deshidratación y la intensidad del tratamiento térmico durante el precalentamiento y/o la deshidratación. Las propiedades de reconstitución pueden mejorarse más durante el proceso de manufactura si se efectúa una "instantaneización" vía aglomeración o lecitinación (incorporación de lecitina, un agente activo de superficie), por lo general durante la deshidratación. Aunque no se asocia directamente con la capacidad de reconstitución de la leche en polvo, la capacidad del polvo para fluir es importante para el proceso de reconstitución. La reconstitución a gran escala de la leche en polvo requiere que se tenga una buena característica de flujo libre para lograr una introducción rápida, uniforme y continua del polvo al agua en la línea de producción. El polvo aglomerado resulta bueno para este fin, aunque su densidad en masa es casi siempre inferior a la del polvo no aglomerado. De manera similar, la estabilidad de la leche en polvo (o de la leche reconstituida) en presencia de calor es crucial para la producción de leche re combinada esterilizada y leche evaporada re combinada, que conlleva un tratamiento de alta temperatura del producto final.

### Ligadura de Agua

La capacidad de las proteínas de leche y de la leche en polvo de absorber agua e hincharse a nivel partícula es lo que define, en gran medida, la capacidad de reconstitución de la leche en polvo y la sensación resultante del producto terminado en la boca. Las características de retención de agua o de ligadura de agua de las proteínas, en esencia la retención de agua de la matriz de proteínas y la adsorción de agua en la superficie de las partículas de proteína, también tiene una gran importancia en otras aplicaciones de las leches en polvo en productos lácteos. La caseína puede retener una cantidad de agua mucho mayor (2-4 g agua/g proteína) en comparación con la proteína de suero de leche (0.3-0.4 g agua/g). Aunque la capacidad de ligadura de agua de la proteína de suero de leche se aumenta cuando se exponen al calor debido a la desnaturalización, éste pudiera no ser el caso necesariamente con las proteínas de suero de leche en la leche descremada sometida a tratamiento térmico a causa de la presencia de caseína en esa solución.

### Emulsificación

La caseína, la principal proteína de la leche, tiene excelentes propiedades emulsificantes. No solo contribuye eficazmente a la emulsificación de la grasa butírica cuando se re combinan la leche descremada en polvo y la grasa butírica (en forma de AMF o suero de mantequilla o cualquier otro producto fuente de grasa) con agua, sino que también brinda capacidad emulsificante a la leche en polvo o al producto re combinado que de ella se deriva en otras aplicaciones.

Tanto la emulsificación como la estabilidad de la emulsión resultante dependen de varios factores, tales como el tamaño de los glóbulos de grasa (gotas), la presencia de otros agentes emulsificantes, el pH y otros aspectos de la composición del producto. En la leche re combinada y los productos de leche, la proteína de leche emulsifica la grasa butírica en la leche descremada reconstituida y, al mismo tiempo, junto con la homogeneización, ayuda a estabilizar la emulsión y a evitar la formación de nata.

### Batido o Formación de Espuma

Las proteínas presentes en la leche, en particular las de suero de leche, tienen una excelente capacidad de formación de espuma. Por lo tanto, la leche re combinada y los productos de leche pueden formar espuma. Aunque las proteínas de leche ayudan a formar espuma, la estabilidad de la espuma se garantiza mediante los agregados de glóbulos de grasa presentes en las membranas de las burbujas de aire. La formación de espuma (o batido) que conduce a un mayor volumen específico del producto es importante en la crema batida, el helado y algunos postres con lácteos re combinados. La crema homogeneizada no se bate adecuadamente dada la dificultad de lograr la agregación requerida de glóbulos de grasa, pero es posible lograr la formación de espuma estable si se utilizan los emulsificantes adecuados, tales como el monoesterato de glicerol.

### Sabor y Ligadura de Sabor

Si se fabrican adecuadamente y se empacan y almacenan en condiciones satisfactorias, las leches en polvo tienen un sabor muy similar al de la leche original. Por tanto, la leche y los lácteos re combinados tienen un buen sabor, si bien más suave, atribuible a los sólidos de leche. Sin embargo, la fuente de grasa butírica ya sea AMF o suero de mantequilla, también debe obtenerse de materia prima de alta calidad y almacenarse bajo condiciones adecuadas para evitar que se desarrolle un sabor desabrido que se pasaría al producto re combinado. Esto es particularmente importante cuando la leche re combinada se consume como leche líquida o cuando se convierte en queso, al que normalmente no se le añade saborizante. No obstante, incorporar una grasa butírica de alta calidad solo mejorará el sabor de la leche re combinada y sus derivados. La grasa butírica no solo brinda una sensación placentera en la boca y riqueza al producto re combinado, sino que también actúa como vehículo para el saborizante que se haya agregado, ya que muchos compuestos saborizantes son solubles en grasa. Así pues, el sabor de la leche re combinada permite que los saborizantes agregados se mezclen bien y que el producto los porte, mejorando el atractivo que tienen productos tales como la leche saborizada, el helado y los postres para los consumidores.



Además, la tendencia de las proteínas, en particular las proteínas del suero de leche tales como la lactoglobulina y la albumina de suero bovino (BSA), para ligar los compuestos de sabor pueden tener implicaciones en la cantidad de saborizante a utilizar. Asimismo, tendría que considerarse el impacto del procesamiento, tales como el tratamiento térmico, sobre dicha interacción de sabor de las proteínas al elegir el tipo de leche en polvo que se utilizará en la recombinación. Por ejemplo, someter a la lactoglobulina a tratamiento térmico

podría llevar a un mayor número de sitios hidrofílicos (atraídos por el agua) de ligadura de moléculas de proteínas, pero en una reducción en la afinidad de algunos compuestos volátiles de sabor/aroma. Dado que la naturaleza de la interacción sabor-proteína también determina el nivel y secuencia de la liberación del sabor en la boca (durante el consumo), utilizar el pretratamiento adecuado de la leche antes y durante la deshidratación podría mejorar su potencial de aplicación dependiendo del resultado final deseado.

### 10.3 TIPOS DE LECHE Y PRODUCTOS DE LECHE RECOMBINADOS

Como formas convenientes de sólidos de leche conservados, las leches en polvo (y la AMF) permiten una fácil recombinación en leche líquida de alta calidad. Entre las variantes líquidas de la leche recombinada se encuentran la leche pasteurizada (que por lo general se mezcla con leche pasteurizada fresca), leche saborizada/leche con chocolate esterilizada y leche simple o saborizada tratada con temperatura ultra elevada (UHT). Se pueden elaborar fácilmente varios productos lácteos convencionales a partir de la leche recombinada sin mayores modificaciones, entre los que se encuentran productos cultivados recombinados o productos coagulados o de cuajada, incluyendo el queso. Se han producido diversas variedades de queso utilizando leche recombinada. Dependiendo del tipo de leche descremada en polvo, en ocasiones es deseable hacer manipulaciones menores al protocolo de manufactura, tales como la adición de algunas sales dirigidas a modificar los equilibrios iónicos en la leche. En la mayoría de las recombinaciones para lácteos, la mezcla con leche fresca (hasta 50%) con leche recombinada resulta en mejores productos finales.

Sin embargo, es posible lograr una mayor ventaja al elaborar productos que convencionalmente requieren una concentración de leche. Así pues, es posible fabricar leche evaporada y condensada endulzadas si se toman directamente las cantidades calculadas de SMP, AMF y agua, evitando el paso de la evaporación y formulando directamente la concentración de producto terminado antes de aplicar el tratamiento térmico y el envasado. De manera similar, a partir de las leches en polvo pueden obtenerse con éxito cremas y productos recombinados de crema, así como postres elaborados con lácteos, incluyendo muchos de los dulces de leche del Sur de Asia. Aunque la leche en polvo tiene múltiples aplicaciones en lácteos y otros alimentos, las mezclas deshidratadas que contienen leche en polvo sin grasa, grasa butírica anhidra o suero de mantequilla y otros ingredientes menores son formulaciones de productos lácteos que se pueden mezclar en seco, permitiéndole al cliente reconstituir según le convenga y después preparar/procesar el producto terminado. En la última sección de este capítulo presentamos algunas de esas formulaciones.

### 10.4 EL PROCESO DE RECOMBINAR LECHE LÍQUIDA

La característica peculiar del proceso de recombinación es su flexibilidad respecto a la composición deseada del producto terminado. El paso de estandarizar el procesamiento y elaboración de productos de leche convencionales pueden eliminarse convenientemente si se utilizan las cantidades correctas de los materiales de inicio. Es entonces relativamente simple lograr

las características de composición que se quieren en la leche recombinada y sus productos. Como se dijo con anterioridad, las propiedades del polvo pueden determinar en gran medida su idoneidad para ser utilizado en el proceso de recombinación. Para los fines de producir leche líquida recombinada, la leche en polvo debe cumplir los requisitos que se señalan en la Tabla 2.

**Tabla 2: Requerimientos para la Leche en Polvo Indicados para la Leche Recombinada Líquida**

CARACTERÍSTICA	REQUERIMIENTO
Índice de nitrógeno de la proteína del suero de leche	> 3.5 mg/g de nitrógeno de la proteína de suero de leche subnaturalizada (es decir, temperatura baja a media-baja)
Índice de solubilidad	< 0.25 mL
Prueba de piruvato	< 90 mg/kg polvo*
Calidad microbiana	Buena
Estado sensorial	Sabor suave, limpio a "sólidos de leche" o a "lácteo", libre de partículas quemadas objetables y grumos

\*El valor del piruvato indica el conteo microbiano (conteo psicotrópico) en la leche que se utiliza en la elaboración de polvo. La prueba de alto valor sugiere grandes cantidades de proteasas resistentes al calor y lipasas de origen microbiano que tienen el potencial de causar amargor o gelificación por reposo de la leche UHT.

En la Figura 1 se ilustra el proceso básico de recombinación. Se pesan los ingredientes ideales, a saber: SMP, BMP (si se quiere) y suero de mantequilla (o AMF, polvo de crema) (para un proceso de lote). El proceso de recombinación inicia dispersando el polvo en la cantidad calculada de agua potable. Esto significa dosificar el polvo a un bucle de recirculación alojado en el tanque de la capacidad requerida, una bomba de recirculación, un intercambiador de calor con capacidad de desacoplamiento y un dispositivo para polvo y un dispersor en línea colocado junto a una tolva de alimentación de polvo.

## Figure 10.1 Proceso Básico de Recombinación



\* O leche recombina**da** baja en grasa, crema recombina**da** o leche concentra**da** recombina**da** dependiendo de las cantidades relativas de SMP, agua y grasa butírica anhidra utilizadas.

Dado que las partículas de la leche en polvo son porosas, éstas introducen una cantidad apreciable de aire en la leche reconstituida y, por lo tanto, es necesario sacarle el gas a la leche preferentemente antes de mezclarla con grasa de mantequilla y continuar el procesamiento. Existen dispositivos especiales que permiten no solo la introducción de la leche en polvo con una cantidad mínima de aire, sino también quitarle el gas al líquido mediante el proceso de extracción del aire por vacío durante el proceso de reconstitución. Entre estos equipos se encuentra la mezcladora Tetra Almix de Vacío en Lotes y la mezcladora Almix I200-200 en línea. La extracción del aire es necesaria no solo para minimizar el exceso de espuma en el tanque, sino también para que haya una operación normal del homogeneizador.

La lactosa y la mayor parte de las sales de la leche que se encuentran en la leche en polvo se disuelven rápidamente en agua. Sin embargo, las partículas de la proteína de leche, en particular las micelas de caseína se encuentran sumamente deshidratadas en el polvo. Incluso después de su dispersión en agua durante la reconstitución es necesario un tiempo mínimo de contacto para permitir la rehidratación completa de estas partículas. El tiempo de rehidratación recomendado es de mínimo media hora antes de la homogeneización, pero se logra la rehidratación completa cuando se mantiene la leche toda la noche a temperatura de refrigeración. Una rehidratación exhaustiva ayuda a eliminar una sensación gredosa o calcárea de la leche en la boca.

Pasar la leche por una coladora en la línea de producción eliminaría las partículas de polvo que no estén completamente hidratadas.

Es posible introducir grasa butírica en forma de polvo de crema al mismo tiempo que el proceso de reconstitución de la SMP. Sin embargo, sería necesario derretir el AMF, la grasa de mantequilla o la crema congelada antes de agregarla a la leche descremada reconstituida. También es necesario dispersar el producto lípido derretido de forma suficientemente fina como para formar una pre-emulsión que permita que la mezcla fluya uniformemente al homogeneizador donde se realiza la emulsificación final. La homogeneización de una sola etapa es adecuada para obtener una leche recombina**da** fluida. Sin embargo, si la concentración de grasa en el producto recombina**do** es más alta que lo normal (en particular cuando la relación grasa: SNF es mayor a 0.70), entonces se vuelve necesaria una homogeneización de dos pasos para evitar la formación de nata. La segunda etapa, el tratamiento a baja presión, rompe los agregados de los glóbulos de grasa que se formaron en la primera etapa de la homogeneización de la leche alta en grasas, que de otro modo llevaría a una rápida separación. Si se necesita un emulsificante, por lo general se agregaría a la grasa derretida antes de mezclarla con la leche descremada reconstituida. Aunque convertir la leche entera en polvo (es decir) en leche líquida implica la dispersión del polvo en agua, podría ser necesario emplear la homogeneización para lograr la emulsificación deseada.

El tratamiento térmico final de la leche recombina**da** puede ser una pasteurización convencional que brinde una vida de anaquel similar a la de la leche pasteurizada fresca, que es de 10-21 días en refrigeración. Sin embargo, el tratamiento UHT ocasiona la inactivación de todos los microorganismos, así como de las enzimas de descomposición

en la leche. Cuando se mantienen escasos los contaminantes post-calentamiento que pudieran haber entrado durante el proceso de envasado o mediante el material de empaque, este producto tendrá una vida de anaquel extendida de hasta 3 a 8 semanas cuando se mantenga a menos de 5 °C (41 °F). La leche con tratamiento térmico se enfría a 5 °C (41 °F) o menos en cualquiera de los casos.

El tratamiento UHT junto con un empaque aséptico reduce significativamente la posibilidad de la presencia de microbios (en forma vegetativa o de esporas) en la leche, haciendo que la leche sea estable en condiciones de temperatura ambiente. La principal ventaja de este tratamiento comparado con la esterilización convencional de la leche (en envase) es que se minimizan las pérdidas de nutrimentos por destrucción de algunas vitaminas solubles en agua, tales como la tiamina, y de algunos aminoácidos esenciales, tales como la asilina, así como el desarrollo de sabores no deseados. La leche UHT también tiene una mejor apariencia debido a que se minimiza el dorado ocasionado por el tratamiento térmico. Así pues, la leche resultante se parece más a la leche pasteurizada fresca en su valor alimenticio y su atractivo sensorial.

El tratamiento UHT mediante una inyección directa de vapor podría proporcionar un producto de mejor valor alimenticio y organoléptico debido a un mayor aumento y reducción inmediato de temperatura, lo cual reduce la carga total de calor al tiempo que se sigue aplicando

un tratamiento esterilizante que cumple con las especificaciones comparado con la aplicación indirecta de calor. Sin embargo, este último proceso es relativamente menos complicado de ejecutar y requiere un control de proceso menos estricto. El procesamiento UHT y el envasado aséptico necesitan un tanque aséptico entre la unidad de procesamiento y la de envasado, ya que las capacidades de trabajo de ambas podrían no siempre concordar entre sí. Por lo tanto, por lo general se incurre en un mayor costo de inversión de capital en equipo.

La esterilización convencional (esterilización en retorta) de la leche recombinada implica un tratamiento térmico en un rango de 110 °C (212 °F)/20 min a 120 °C (248 °F)/10 min en el envase. Aunque es más eficaz que el tratamiento UHT para destruir las enzimas existentes al calor en el envase y prevenir la gelificación por reposo (espesamiento durante el almacenamiento), los atributos sensoriales y la calidad alimenticia del producto se ven afectados negativamente, además de que tiende a tornarse dorada y a desarrollar un sabor rancio durante el almacenamiento a temperatura ambiente. Sin embargo, las leches especiales, tales como la leche saborizada o la leche con sabor a chocolate pueden producirse con éxito utilizando ambos procesos de esterilización. Se ha aducido que un proceso híbrido que combina un flujo continuo parcial de tratamiento UHT y esterilización final en la botella ofrece las ventajas tanto del proceso de retorta como el de UHT.

## 10.5 PRODUCTOS DE LECHE RECOMBINADA

### Queso Recombinado y Productos de Leche Fermentados

Muchos productos de leche fermentados convencionales implican el uso de un nivel de sólidos de leche más elevado que lo normal y un tratamiento térmico relativamente intenso antes de incubarlos con los organismos iniciadores deseados. El mayor contenido de sólidos contribuye a la obtención de las características deseadas de cuerpo y textura en el producto y el tratamiento de alta temperatura produce ciertos productos de degradación de las proteínas que se sabe favorecen el crecimiento de los cultivos. Las proteínas desnaturalizadas del suero de leche aumentan la ligadura de agua en los productos fermentados y mejoran sus atributos de viscosidad y consistencia. La leche recombinada, en particular la elaborada con leche en polvo tratada con alta temperatura, sería por tanto muy adecuada para este fin. El yogurt saborizado, tanto el batido como el asentado, se puede producir a partir de la leche recombinada. En el caso del queso, la cuajada relativamente blanda que se obtiene de la leche recombinada es particularmente idónea para algunas variedades suaves y húmedas que tienen un cuerpo tierno y sabor ligeramente ácido o

insípido. Para las variedades duras y semiduras, se debe utilizar un nivel de sólidos poco más alto en la leche recombinada, con o sin los aditivos adecuados, podría ayudar a mejorar la firmeza de la cuajada y a obtener un producto de buena calidad.

### Requerimientos para la SMP

La SMP tratada a baja temperatura tiene mucha de su proteína de suero de leche en estado original (no desnaturalizado) y hay poca interacción entre la proteína de suero de leche y la caseína. Por lo tanto, la leche recombinada de un polvo tratado con baja temperatura tiene buena capacidad de cuajar y la cuajada resultante tiene firmeza normal. Por otro lado, el polvo tratado con alta temperatura representa una interacción considerable entre ambas proteínas y el complejo de k-caseína y-lactoglobulina afecta la capacidad de cuajar de la leche, lo que produce una cuajada blanda con sinéresis retardada. Los aditivos tales como cloruro de calcio y el fosfato de calcio ácido (fosfato monocalcico)

ayudan en gran medida a restaurar la capacidad de cuajar y mejoran apreciablemente las características de formación de cuajada. Diversas variedades de queso originarias de algunos países del Mediterráneo, y de África del Norte y Medio Oriente

se han obtenido a partir de la leche recombinada. El queso de la variedad Paneer, fresco con gran humedad del Sureste de Asia, se ha logrado elaborar a partir de leche recombinada con la adición de una fuente de calcio iónico que contribuye a un coágulo firme.

**Tabla 3: Requerimientos de la Leche en Polvo para Queso y Yogurt**

PARTICULARES DEL POLVO	REQUERIMIENTO
WPNI para queso	> 4.5 mg, preferentemente > 6.0 mg, nitrógeno de proteína de suero de leche sugnaturalizado/g polvo (baja temperatura)
*Temperatura para queso	< 80
**Tiol para queso	< 7.5
WPNI para yogurt	3.0 o menos nitrógeno de proteína de suero de leche subnaturalizado/g polvo (temperatura media y alta)
Capacidad de cuajar	Buena
Crecimiento de cultivo	Normal; libre de sustancias inhibidoras

\* Indicativo de la capacidad de precipitación del suero de leche junto con la caseína

\*\* Indicativo del desdoblamiento de la proteína de suero de leche como resultado de la desnaturalización

El queso preparado a partir de la leche recombinada (9% de SNF y 3.5% de grasa) resulta en un queso con mejor retención de humedad y calidad general. Sin embargo, en épocas recientes, el proceso modificado que implica separaciones de membrana y remezclado ha sido muy utilizado por su mayor rendimiento. De acuerdo con este enfoque, la leche recombinada microfiltrada (15% de sólidos totales) se somete a ultrafiltración (UF) y la sustancia permeada de UF resultante (que lleva la proteína de suero de leche) se concentra mediante una ósmosis inversa (OI). Y después la sustancia retenida de la OI se mezcla con la sustancia retenida de la UF para obtener lo que se conoce como premezcla de queso que después se convierte en queso.

### Leche Evaporada Recombinada

La leche evaporada es un producto de leche concentrada estable en anaquel, al que no se le añaden conservadores. Si bien la producción de SMP y AMF son un medio para conservar los sólidos de leche totales para utilizarlos posteriormente, la leche evaporada recombinada conserva esos mismos sólidos de leche al tiempo que ofrece funcionalidad para el consumidor, la cual no se obtiene utilizando la SMP y la AMF directamente. Por ejemplo, la leche evaporada es un producto líquido que es más conveniente para uso en muchas aplicaciones domésticas, tales como para agregar al café, hornear pan, etcétera. Asimismo, el estado de la grasa (glóbulos finamente dispersados) en la leche evaporada hacen que el producto recombinado sea particularmente preferible para la SMP o la WMP.

La leche evaporada (o una mezcla de leche evaporada descremada y grasa vegetal) por lo general contiene 7.6% de sólidos de grasa y 17.7% de sólidos sin grasa, tiene una consistencia cremosa y una textura tersa. Su estabilidad en almacenamiento se la debe al proceso de termoesterilización de la lata durante la producción. La esterilización de retorta de la leche concentrada es, por tanto, un paso fundamental en la elaboración de leche evaporada

principalmente dada la tendencia hacia la desestabilización de las micelas coloidales de caseína ante la presencia de calor, lo que lleva a una coagulación indeseable. Por lo tanto, el proceso necesita estar controlado adecuadamente y el reto es aún mayor cuando se elabora el producto recombinado.

Hay varios factores, tales como el forraje que se alimenta al ganado lechero, la acidez desarrollada de la leche, el precalentamiento de la leche, el grado de concentración, la homogeneización del concentrado y el uso de sales estabilizadoras que afectan la estabilidad física del producto durante la esterilización. El control adecuado de estas variables puede resultar en una leche evaporada de alta calidad. Sin embargo, la manipulación del proceso en la producción de leche evaporada recombinada tiene un alcance limitado. El principal factor determinante es la calidad de la SMP utilizada como material de inicio. Se considera adecuada la SMP tratada con alta temperatura (WPNI < 1.5 mg/g polvo) que da un concentrado base con estabilidad térmica adecuada (dispersión del 20% con la adición de difosfato de sodio que soporta una temperatura de 120 °C [248 °F] durante no menos de 20 min).

### El Proceso de la Leche Evaporada Recombinada

La leche en polvo descremada se agrega al agua mediante una tolva a 40–45 °C (104–113 °F) y la mezcla se agita vigorosamente; la espuma se debe mantener al mínimo. La mezcla se hidrata durante 20–30 minutos o toda la noche a 4 °C (39 °F). Después se calienta la leche a 60–65 °C (140–149 °F), se somete a extracción de aire y se agrega grasa derretida a temperaturas similares en presencia de agitación rápida. La emulsión densa resultante se homogeneiza a 50–70 °C (122–158 °F) y se aplican presiones de 20 MPa en una primera etapa y de 3.5 MPa en una segunda etapa. Es normal que se agregue citrato de sodio (citrato de potasio), ortofosfato de disodio (o dipotasio), u ortofosfato monosódico (o de monopotasio) para estabilizar la caseína en la esterilización térmica posterior. Sirve correr una prueba piloto de esterilización para determinar el tipo y cantidad de sal estabilizante que se debe utilizar. Después de enlatado, el producto se esteriliza, por lo general en un rango de 116 °C (241 °F) durante 15 minutos a 120 °C (248 °F) durante 12 minutos seguido de un enfriamiento a 32–35 °C (90–95 °F). Las retortas rotativas continuas son eficaces para manejar la esterilización a gran escala de la leche evaporada en lata.

El suero de mantequilla dulce cremoso en polvo a 4–5% mejora apreciablemente la estabilidad térmica del producto. Por lo tanto, puede utilizarse para reemplazar en parte la SMP en la leche evaporada recombinada. Algunas veces se incorporan carragenanos al producto como estabilizador durante la reconstitución de la leche descremada en polvo. Reduce la separación de grasas durante el almacenamiento y a menudo el producto también se fortifica con vitaminas A y D antes de la homogeneización.

### Leche Condensada Endulzada Recombinada

La leche condensada endulzada contiene, en promedio, 8.1% grasa, 20.2% SNF y 45.2% azúcar. Si hay un 'índice de azúcar' de 63 (es decir, concentración de azúcar en la solución de azúcar con agua en el producto) genera una presión osmótica suficientemente alta para protegerla adecuadamente en contra de la descomposición de la leche por microbios. Por tanto, la leche condensada endulzada es una forma de sólidos de leche conservados mediante el azúcar. Por lo tanto, transformar la leche en polvo, que también son sólidos de leche conservados, en leche condensada endulzada mediante la recombinación, sirve para proporcionar sólidos de leche en una forma mediante la cual se pueden utilizar fácilmente en la aplicación deseada, tal como la repostería, la dulcería, la chocolatería y para agregar a la leche y al café. La leche condensada endulzada recombinada se hace típicamente utilizando grasa butírica y SMP. Sin embargo, en algunos países asiáticos a menudo se hace utilizando aceite/grasa vegetal, tal como aceite de palma o coco en vez de grasa butírica, y el producto se llama leche condensada endulzada recombinada compensada con grasa

vegetal. Al igual que la leche condensada endulzada convencional, la leche condensada endulzada recombinada tiene cerca de 70% menos humedad que la leche líquida a partir de la cual se ha elaborado. Por lo general se enlata pero no se termoesteriliza. Sin embargo, el azúcar añadido ayuda a prolongar la vida de anaquel.

### Proceso de la Leche Condensada Endulzada Recombinada

Se emplea un tanque mezclador con un bucle de recirculación que tiene una mezcladora estática y un intercambiador de calor en línea para disolver en agua la cantidad calculada de leche descremada en polvo a aproximadamente 40 °C (104 °F) (temperatura media a baja). El concentrado de leche descremada reconstituida resultante se calienta a aproximadamente 60 °C (140 °F), se le extrae el aire y se le añade grasa derretida y azúcar. La mezcla se pasa por un colador y posteriormente se homogeneiza a 2–3.5 MPa (para un producto de baja viscosidad) o hasta 7 MPa (para mayores viscosidades) y después se calienta en un rango de temperatura de entre 80 °C (176 °F) durante dos minutos a 90 °C (194 °F) durante 30 segundos antes de enfriarlo en un intercambiador de calor tubular o mediante enfriamiento inmediato en un tanque de vacío a 32 °C (90 °F). Se agrega monohidrato de lactosa esterilizado, finamente molido, como material "semilla" para propiciar la cristalización de la lactosa mientras se bate constantemente el producto durante cuando menos una hora. Por último se enfría a 16 °C (60 °F) o menos antes de enlatar en forma aséptica.

### Crema Recombinada

Se puede incorporar grasa butírica a la leche descremada reconstituida en una proporción tal que se obtenga una crema láctea con el contenido de grasa deseado. Utilizar suero de mantequilla en polvo puede ayudar a mejorar la calidad del producto. Por lo general se utiliza una homogeneización de baja presión con aditivos, tales como emulsificantes, que se utilizan para producir crema recombinada que se puede utilizar en distintos fines. Se puede recurrir a agregar peptona proteosa, un emulsificante basado en proteínas que tiene su origen en la leche, para preparar crema de origen lácteo por completo. Se ha elaborado tanto la crema para batir como crema batida mediante la recombinación de sólidos de leche descremada y grasa butírica y utilizando aditivos adecuados, incluyendo estabilizantes y emulsificantes. Un nivel de grasa del 30% en la crema recombinada puede servir para distintos fines, que incluyen la producción de crema y queso crema UHT. En el caso de la crema batida, el producto debe permitir que se formen agregados estables o grupos de glóbulos parcialmente desestabilizados. Sin embargo, el procesamiento UHT necesita que la emulsión de grasa butírica sea suficientemente estable para soportar el tratamiento a alta temperatura. Para cumplir ambos requisitos, se podría obtener una crema batida recombinada con tratamiento UHT (35% de grasa) utilizando grasa de mantequilla, SMP (7.5%) y monoesterato de glicerol (0.1%) y empleando una homogeneización a temperatura baja 48 °C (118 °F) en dos etapas, primero a 1.4–2.1 MPa y el segundo a 0.7 MPa.

## Mantequilla Recombinada

A diferencia de los demás productos lácteos, la mantequilla, que contiene 80% o más grasa butírica, es una emulsión de agua en aceite. La recombinación implica dispersar 14–15% de una solución de sólidos de leche sin grasa a 6–7% en grasa butírica derretida (los sólidos de leche sin grasa en una mantequilla final son de cerca del 1%), seguida

de enfriamiento y cristalización en un intercambiador de calor especializado con una superficie raspada de varias capas. La forma principal de grasa butírica es el aceite de mantequilla o la AMF. En fechas recientes también se ha utilizado Ghee, la contraparte india del suero de mantequilla, para producir mantequilla recombinada. Entre otros ingredientes están la sal de mesa, el colorante y los emulsificantes.

## 10.6 FÓRMULAS DE PRODUCTOS RECOMBINADOS QUE EMPLEAN LECHE EN POLVO

### Bebida de chocolate

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Fructosa y sacarosa	24.60
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>23.20</b>
<b>Concentrado de proteína de suero de leche 80%</b>	<b>22.00</b>
Crema en polvo	12.00
Aceite vegetal	6.00
Café instantáneo	4.20
Polvo de cacao	3.00
Mezcla de goma (estabilizador)	1.50
Saborizante natural	1.40
Minerales de leche (fuente de calcio)	1.30
Mezcla de vitaminas/minerales	0.80
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

#### Procedimiento:

1. Disperse la goma de celulosa en agua mediante agitación de alta velocidad. Permita la hidratación durante aproximadamente 15 minutos.
2. Agregar gradualmente una mezcla deshidratada de leche descremada en polvo, azúcar y cacao. Mezcle bien (evite incorporar aire.)
3. Pasteurizar, homogeneizar y envasar.
4. Mantener en refrigeración durante transferencia, almacenamiento y distribución.

### Alimento de Queso Procesado Pasteurizado

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
<b>Queso Cheddar</b>	<b>65.85</b>
Agua	19.50
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>5.00</b>
<b>Suero de leche dulce deshidratado</b>	<b>4.00</b>
Citrato de sodio	2.40

<b>Crema líquida dulce</b>	<b>2.00</b>
Fosfato de disodio	0.50
Sal	0.50
Ácido sórbico	0.19
Colorante	0.06
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

#### Procedimiento:

1. Medir, limpiar y moler el queso natural en una moladora con perforaciones con diámetro de aproximadamente 5 milímetros..
2. Mezclar el queso molido con el colorante, el ácido sórbico y la crema en una mezcladora industrial.
3. Agregar 1/3 del agua a la mezcladora y mezclar exhaustivamente.
4. Preparar una lechada de suero de leche dulce y de leche descremada en polvo con 1/3 agua.
5. Transferir la mezcla homogénea de queso a un contenedor para calentar y mientras agita, agregar los emulsificantes de fosfato y citrato y la sal mientras se calienta la mezcla.
6. Cuando la mezcla esté a aproximadamente 60°C (140°F), agregar lentamente el resto del agua y el suero de leche/lechada de leche descremada en polvo s. Continúe agitando.
7. Calentar suficientemente a cerca de 82°C (180 °F) para garantizar la pasteurización.
8. Cuando toda la grasa libre visible se haya vuelto a absorber en la masa de queso procesada, transferir el queso fundido a la tolva de la máquina empacadora. Permitir que se enfrien los paquetes calientes.
9. Mantener en refrigeración durante transferencia, almacenamiento y distribución.

## Yogurt (Bajo en grasa, batido)

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
<b>Leche descremada</b>	<b>75.46</b>
<b>Leche, con 1% de grasa</b>	<b>18.87</b>
<b>Crema, 40% de grasa</b>	<b>2.98</b>
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>1.99</b>
Fécula	0.70
Cultivo	Según se necesite
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

## Procedimiento:

1. Mezclar todos los ingredientes, excepto el cultivo.
2. Pasteurizar a 85–90°C (185–194 °F) durante 15 segundos o a 80–82 °C (176–180 °F) durante 30 minutos. Homogenizar a 10–14 MPa.
3. Enfriar a 34–41°C (93–106 °F). Inocular con cultivos de yogurt e incubar hasta que se obtenga un pH de 4.20–4.65.
4. Enfriar el producto a menos de 15°C (59 °F) y envasar.
5. Mantener en refrigeración durante transferencia, almacenamiento y distribución.

## Yogurt para beber

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Agua	89.60
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>6.24</b>
<b>Lactosa</b>	<b>2.28</b>
<b>Concentrado de proteína de suero de leche, 80%</b>	<b>1.88</b>
Cultivo	Según se necesite
Endulzante	Según se necesite
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

## Procedimiento:

1. Combine todos los ingredientes secos y disperse la mezcla en agua.
2. Calentar la mezcla a 82°C (180 °F) y retener durante 15 minutos. Enfriar a 36°C (97 °F).
3. Inocular con cultivos de yogurt e incubar hasta que se obtenga un pH de 4.25–4.35.
4. Enfriar a 7°C (45 °F).
5. Endulzar con edulcorante de preferencia al nivel deseado de dulzor.
6. Mantener en refrigeración durante transferencia, almacenamiento y distribución.

## Helado (suave, mezcla seca)

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>44.82</b>
Azúcar granulada	29.88
Sólidos de jarabe de maíz	13.44
<b>Polvo de mantequilla</b>	<b>10.46</b>
Celulosa de carboximetilo	0.45
Goma de guar	0.35
Emulsificante	0.30
Carragenanos	0.30
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

## Procedimiento.

## Mezcla seca:

1. Mezclar todos los ingredientes.
2. Empacar y almacenar.

## Helado suave:

3. Mezclar 30 g de la mezcla seca en 5.7 litros de agua fría agitando rápidamente.
4. Permitir que la mezcla se hidrate por 10–20 minutos. Batir.
5. Verter en la máquina para hacer helado suave.
6. Congelar la mezcla y servir a menos de -10°C (14 °F).
7. Mantener en refrigeración durante transferencia, almacenamiento y distribución.

## Helado (Duro)

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Agua	45.85
<b>Crema, 40% grasa</b>	<b>25.00</b>
Azúcar granulada	16.00
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>10.32</b>
<b>Suero de leche dulce seco</b>	<b>2.58</b>
Estabilizadores y emulsificantes	0.25
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

### Procedimiento:

1. Mezclar todos los ingredientes en una suspensión uniforme en un tanque de lote.
2. Probar la mezcla y re-estandarizar si fuera necesario.
3. Pasteurizar la mezcla a 82°C (180 °F) durante 23 segundos.
4. Homogeneizar en dos etapas: 14.1 MPa en la primera etapa y 3.5 MPa en la segunda etapa.
5. Enfriar rápidamente a 0–4°C (32–39 °F).
6. Dejar reposar la mezcla por al menos 4 horas.
7. Como opción. Se pueden agregar polvos totalmente dispersables a la mezcla antes de congelarla.
8. Congelar rápidamente en un congelador de helado a una temperatura de descarga de -6 a -7 °C (21–19 °F).
9. Como opción, agregar partículas o jarabes mediante un alimentador de fruta.
10. Por último, endurecer el helado reduciendo la temperatura del producto a cuando menos -18°C (0 °F) al centro de los paquetes tan pronto como sea posible.
11. Mantener en refrigeración durante transferencia, almacenamiento y distribución.

## Helado (Duro, Premium)

INGREDIENTE	NIVEL DE USO (%)
<b>Crema, 40% grasa</b>	<b>45.00</b>
Agua	31.10
Azúcar granulada	17.85
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>5.30</b>
Sólidos de yema de huevo	0.50
Estabilizadores y emulsificantes	0.25
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

### Procedimiento:

1. Mezclar todos los ingredientes hasta formar una suspensión uniforme en un tanque de lote.
2. Probar la mezcla y re-estandarizar si fuera necesario.
3. Pasteurizar la mezcla a 82°C (180 °F) durante 23 segundos.
4. Homogeneizar en dos etapas: 14.1 MPa en la primera etapa y 3.5 MPa en la segunda etapa.
5. Enfriar rápidamente a 0–4°C (32–39 °F).
6. Dejar reposar la mezcla por al menos 4 horas
7. Como opción. Se pueden agregar polvos totalmente dispersables a la mezcla antes de congelarla.
8. Congelar en dos etapas. Congelar a 0 a -1 °C (32–30 °F) en la primera etapa en un congelador de helado a rápida velocidad y luego a una temperatura de descarga de -6 to -7 °C (21–19 °F).
9. Como opción, agregar partículas o jarabes mediante un alimentador de fruta.
10. Por último, endurecer el helado reduciendo la temperatura del producto a cuando menos -18°C (0 °F) al centro de los paquetes tan pronto como sea posible.
11. Mantener en refrigeración durante transferencia, almacenamiento y distribución.



## Helado (bajo en grasa)

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
<b>Leche entera</b>	<b>55.00</b>
Agua	18.30
Azúcar granulada	10.00
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>8.00</b>
<b>Concentrado de proteína de suero, 80%</b>	<b>4.00</b>
Sólidos de jarabe dulce	4.00
Estabilizante	0.70
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

## Procedimiento:

1. Mezclar ingredientes secos con la leche con un embudo para polvos.
2. Pasteurizar la mezcla a 82°C (180 °F) durante 23 segundos.
3. Homogenizar - se recomienda una homogeneización de dos etapas con 14.1 MPa en la primera etapa y 3.5 MPa en la segunda etapa. La temperatura del producto final debe ser 5.5 °C (42 °F).
4. Mantenga la mezcla a 0-4 °C (32-39 °F) toda la noche.
5. Mezclar la mezcla reposada en el helado.
6. Empacar el producto y transferirla para endurecer.
7. Mantener en refrigeración durante transferencia, almacenamiento y distribución.

## Helado (sin grasa)

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
<b>Leche descremada</b>	<b>75.30</b>
Azúcar granulada	10.00
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>6.00</b>
<b>Concentrado de proteína de suero, 80%</b>	<b>4.00</b>
Sólidos de jarabe dulce	4.00
Estabilizante	0.70
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

## Procedimiento:

1. Mezclar ingredientes secos con la leche con un embudo para polvos.
2. Pasteurizar la mezcla a 82°C (180 °F) durante 23 segundos.
3. Homogenizar - se recomienda una homogeneización de dos etapas con 14.1 MPa en la primera etapa y 3.5 MPa en la segunda etapa. La temperatura del producto final debe ser 5.5 °C (42 °F).
4. Mantenga la mezcla a 0-4 °C (32-39 °F) toda la noche.
5. Congelar la mezcla, empacar el producto y transferirlo a una cámara para endurecerla.
6. Mantener en refrigeración durante transferencia, almacenamiento y distribución.

## Bibliografía

- Agrawala SP, Rizvi SSH, Patel AA, Kanawjia SK. 2005. Manufacture of butter from ghee. Pat. Appl. No. 1994/DEL/2005, New Delhi, India.
- Codex Alimentarius Commission, Codex General Standard for the Use of Dairy Terms, CODEX STAN 206-1999.
- Codex Alimentarius Commission, Codex Standard for a Blend of Evaporated Skimmed Milk and Vegetable Fat, CODEX STAN 250-2006.
- Codex Alimentarius Commission, Codex Standard for a Blend of Sweetened Condensed Skimmed Milk and Vegetable Fat, CODEX STAN 252-2006.
- Codex Alimentarius Commission, Codex Standard for Milk Powders and Cream Powders, CODEX STAN 207-1999.
- De S. Outlines of Dairy Technology. Delhi (India): Oxford University Press; 2001. p. 539.
- Code of Federal Regulations, Milk and Cream, title 21, sec. 131
- Goff HD, Hill AR. Chemistry and physics. New York (NY): VCH Publ; 1993. p. 1-81.
- Kasinos M, Tran Le T, Van der Meeren P. 2014. Improved heat stability of recombined evaporated milk emulsions upon addition of phospholipid enriched dairy by-products. Food Hydrocolloids. 34(1): 112-118.
- Kessler HG. Food and bioprocess engineering - Dairy technology. Muenchen (Germany): Verlag A. Kessler. 2002. p. 694.
- Kneifel W, Albert T, Luf W. 1990. Influence of preheating skim milk on water-holding capacity of sodium salts of caseinates and coprecipitates. J Food Sci. 55(3): 879-80.
- Richard B, Le Page JF, Schuck P, Andre C, Jeantet R, Delaplace G. 2013. Towards a better control of dairy powder rehydration processes. Intern Dairy J. 31(1): 18-28.
- Robin O, Turgeon S, Paquin P. Functional properties of milk proteins. Dairy Science and Technology Handbook, Vol.1 Principles and Properties, New York (NY): VCH Publ; 1993. p. 277-353.
- Tamime AY. Recombined cheese. New Jersey (NJ): Wiley-Blackwell; 2008. Brined Cheeses; p. 344.
- Tong P. Recombined and reconstituted products. New York (NY): Academic Press; 2003. Encyclopedia of Dairy Sciences; p. 2401-2404.
- Vanderghem C, Danthine S, Blecker C, Deroanne C. 2007. Effect of protease-peptone addition on some physico-chemical characteristics of recombined dairy creams. Intern Dairy J. 17(8): 889-95.

# 11

## Aplicaciones de Leches en Polvo e Ingredientes Lácteos para Alimentos y Bebidas Nutricionales



*POR HASMUKH PATEL, Ph.D., Land O'Lakes  
& SONIA PATEL, Midwest Dairy Foods Research Center, University of Minnesota*

Una de las más importantes tendencias globales en décadas recientes ha sido mejorar la salud y bienestar mediante los buenos hábitos alimenticios. El consumidor ha cobrado conciencia acerca de los beneficios en salud y nutrición que aportan los alimentos y bebidas que consumen; esto juega un papel crucial en impulsar la demanda de productos buenos para la salud.

La demanda global de la categoría de alimentos y bebidas nutricionales va en aumento, y como resultado de ello se están lanzando miles de productos cada año.

La categoría de alimentos y bebidas nutricionales de mayor crecimiento en la última década es la de deportes, reemplazo de comida, y bebidas nutricionales. Las leches en polvo, al igual que los ingredientes de proteína láctea como MPC, MPI, MCC y otros ingredientes diseñados

para fines particulares se usan de manera común como bebidas listas para beber o como formulaciones de mezclas de bebidas nutricionales. Son ingredientes alimenticios auténticos y confiables, ideales para una amplia gama de aplicaciones nutricionales y funcionales. También son fuentes importantes de proteínas de leche de alta calidad y minerales valiosos como el calcio, fósforo, potasio, zinc y magnesio. Aunado a ello, a los compradores se les garantiza el suministro constante a lo largo del año de leches en polvo estadounidense.

La información incluida en este capítulo tiene la finalidad de apoyar a los desarrolladores de producto y fabricantes de alimentos preparados en la selección y optimización de ingredientes lácteos al proporcionar características generales, tips prácticos, y ejemplos selectos de formulaciones.

## 11.1 LOS BENEFICIOS FUNCIONALES Y NUTRICIONALES DE LAS LECHES EN POLVO Y LOS INGREDIENTES DE PROTEÍNAS LÁCTEAS

Tradicionalmente, muchos alimentos y bebidas – y particularmente las bebidas nutricionales y para reemplazo de alimentos – se formulan con sodio y caseinatos de calcio; no obstante, en años recientes la evolución de los intereses del consumidor ha impulsado la demanda de ingredientes lácteos funcionales y nutricionales de valor agregado, diseñados para aplicaciones específicas de alimentos y bebidas.

Los ingredientes altos en proteínas, tales como MPC, MPI y MCC, están creciendo en popularidad por su sabor y funcionalidad. Son ingredientes versátiles que pueden proporcionar mejoras a las proteínas y un limpio sabor a lácteo sin agregar un nivel importante de lactosa a los alimentos y bebidas. Durante su producción, se pueden personalizar para optimizar una propiedad funcional en particular. Por ejemplo, la investigación se ha centrado en la estabilidad térmica y propiedades de emulsificación.

Aunado a sus usos en muchas aplicaciones alimentarias, se emplean los MPC, MPI y MCC con más de 80% proteína en bebidas tales como formulaciones nutricionales o dietéticas altas en proteína, en sustitutos de alimentos, formulaciones de bebidas clínicas y enterales, productos para el manejo del peso y para el envejecimiento saludable, suplementos dietéticos en polvo, y productos nutricionales deportivos.

Dependiendo de los requerimientos del producto terminado y las necesidades del consumidor, los ingredientes basados en proteínas completas de leche (tales como las leches en polvo, MPC o MPI) o bien MCC se pueden emplear. La selección de estos ingredientes

puede verse afectada también debido a los requerimientos de color, sabor, contenido nutricional, formulación pH, tipo de tratamiento térmico (ej. pasteurización, proceso UHT) y la vida de anaquel deseada.

Las propiedades funcionales de las leches en polvo y proteínas se ilustran con más detalle en el Capítulo 8.

Aunado a los beneficios funcionales, hay estudios clínicos recientes que han generado conocimiento nuevo en torno a los potenciales beneficios en salud por el consumo de leche y productos de la leche. El suero y la caseína se han clasificado ya como proteínas de alta calidad, con base en su composición de aminoácidos, digestibilidad, y biodisponibilidad. Contienen una proporción relativamente alta de aminoácidos esenciales, con una calificación más alta que casi todas las demás fuentes de proteínas, incluyendo en pruebas con los métodos PDCAAS y DIAAS. Hay diversos reportes publicados disponibles en la literatura acerca de los beneficios específicos en salud y aspectos nutricionales de las proteínas lácteas.

Durante su manufactura, los ingredientes lácteos se pueden diseñar a especificación o mejorar mediante distintas condiciones de procesamiento, tales como tratamiento pre-térmico de la leche. Por ejemplo, alterar el tratamiento térmico durante la manufactura de SMP o NDM cambiará el WPNI, Whey Protein Nitrogen Index o Índice de Nitrógeno en Proteína de Suero, lo cual representa el porcentaje de desnaturalización de la proteína de suero.

Esto surte un impacto en las propiedades funcionales del polvo. La severidad del tratamiento pre-térmico determinará el valor WPNI

y las clasificaciones térmicas (ej. calor alto, mediano o bajo) como vemos en la Tabla 1.

**Tabla 1: Clasificaciones Térmicas y Funcionalidad Asociada de SMP (leche desnatada en polvo) y NDM (leche descremada en polvo) en Alimentos y Bebidas**

CLASIFICACIÓN TÉRMICA DE SMP Y NDM	ÍNDICE DE NITRÓGENO EN PROTEÍNA DE SUERO (MG/G DE POLVO)	EJEMPLOS DE FUNCIONALIDAD EN EL PRODUCTO FINAL Y USOS RECOMENDADOS
Calor alto	Más de 6.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evita depresión en el volumen de la barra en productos horneados</li> <li>Se emplea cuando se desea una cualidad de alta absorción de humedad (ej. carne, confitería, repostería, sopas, salsas, alimentos preparados)</li> </ul>
Calor mediano	1.51-5.99	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usado en helados y postres congelados, preparados secos, dulcería y otras aplicaciones en que la absorción de agua y sabor cobran relevancia (ej. mezclas preparadas, productos cárnicos)</li> </ul>
Calor bajo	Menor a 1.50	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posee cualidades sensoriales óptimas</li> <li>Ideal para uso en productos lácteos y bebidas</li> <li>Fuente más común de SMP y NDM instantáneos</li> </ul> <p>Las aplicaciones incluyen la fortificación de la leche fluida y manufactura de queso cottage, leche desnatada fermentada, cultivos madre, leche con chocolate y helado</p>

## 11.2 FORMULACIONES PARA ALIMENTOS Y BEBIDAS NUTRICIONALES

Brindamos ejemplos a continuación de formulaciones de alimentos y bebidas con la finalidad de apoyar a los desarrolladores de productos en la selección y optimización de los ingredientes lácteos. Estas formulaciones son a manera de ejemplo y no representan todas las posibilidades, por lo tanto, animamos a los desarrolladores de productos a modificar fórmulas para cumplir con las necesidades específicas de procesamiento y producto terminado de su organización, al igual que satisfacer la demanda de su mercado.

Todas las formulaciones de producto incluidas en la siguiente sección están disponibles en ThinkUSADairy.org.

### Bebida Sustituto de Alimento - Vainilla Francesa

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
<b>Leche desnatada</b>	<b>91.37</b>
Azúcar granulada	4.57
<b>Crema</b>	<b>2.28</b>
<b>Concentrado de proteína de leche, 85% (MPC 85)</b>	<b>0.46</b>
Hamulsion BRCDR*	0.78
Vainilla	0.38
Hamulbac XMU**	0.16
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

Desarrollado en Wisconsin Center for Dairy Research, Universidad de Wisconsin-Madison

\*G.C. Hahn-MPC, monoglicérido, diglicérido, pirofosfato de tetrasodio, carragenano, glucosa \*\*G.C. Hahn-pirofosfato de tetrasodio, glucosa

#### Procedimiento:

1. Disperse los ingredientes secos en agua a 60 °C (140 °F) bajo alto cizallamiento.
2. Ajuste el pH a pH 7.0-7.1 al agregar Hamulbac XMU.
3. Hidrate durante 1 hora y mantenga el pH en 7.0-7.1.
4. Caliente a 85 °C (185 °F).
5. Homogenice a 3,600/700 psi.
6. Enfríe a 25 °C (77 °F).
7. Envase y retort con rotación a 10 rpm a 121 °C (250 °F) durante 4 o 5 minutos.

## Café Moka

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Agua	92.26
<b>Concentrado de proteína de leche (MPC) a 85%</b>	<b>4.52</b>
Azúcar blanca granulada	1.54
Café Autocrat <i>Columbian Freeze Dried</i>	0.77
Vainilla en polvo	0.09
Sal de mesa	0.04
Cocoa <i>Barry Callebaut</i> procesada con álcali	0.77

## Chai Té Latte

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Agua	87.27
Azúcar	6.14
<b>Concentrado de proteína de leche a MPC 85%</b>	<b>4.34</b>
Té negro natural en polvo #23863 Virginia Dare TE48	2.05
Canela molida	0.07
Cardamomo molido	0.06
Clavos molidos	0.03
Jengibre molido	0.03
Nuez moscada molida	0.01

## Mezcla Seca para Bebida Nutricional de Chocolate

INGREDIENTES	PANIFICACIÓN (%)	NIVEL DE USO (%)
<b>Concentrado de proteína de leche a MPC 85%</b>	<b>83.00</b>	<b>40.36</b>
Fructosa	40.00	19.44
<b>Concentrado de proteína de suero, 34% (WPC 34)</b>	<b>38.44</b>	<b>18.68</b>
Cocoa en polvo Holandés, 10–12% grasa	16.00	7.78
Salvado de Avena	11.36	5.52
Goma de guar	6.08	2.95
Salvado de Arroz molido fino	6.08	2.95
Pre-mezcla de Vitaminas y minerales	2.34	1.14
Sabor crema de vainilla	2.00	0.97
Sabor malta	0.30	0.15
Aspartame	0.12	0.06
<b>Total</b>		<b>100.00</b>

Desarrollado por Dairy Products Technology Center, California Polytechnic State University

Estevia	0.01
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

Desarrollado por Dairy Products Technology Center, California Polytechnic State University

### Procedimiento:

1. Combine todos los ingredientes secos (MPC, azúcar, café, sal, cocoa y estevia).
2. Mezcle 20 g de leche en polvo con 8 onzas fluidas de agua caliente.
3. Mezcle bien.

<b>Total</b>	<b>100.00</b>
--------------	---------------

Desarrollado por Wisconsin Center for Dairy Research, Universidad de Wisconsin-Madison

### Procedimiento:

1. Combine todos los ingredientes secos (azúcar, concentrado de proteína de leche, té negro en polvo y especias).
2. Mezcle 33 g de mezcla seca con 8 onzas fluidas de agua caliente o fría.
3. Mezcle bien.
4. Disfrute, sobre hielo si se desea.

## Preparación:

1. Pese todos los ingredientes, vierta en tazón y mezcle bien en seco.
2. Almacene en envase cerrado herméticamente.

## Bebida de Yogurt de Pepino y Limón

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
<b>Leche reducida en grasa</b>	<b>90.21</b>
<b>Permeado de leche (seco)</b>	<b>6.49</b>
<b>Permeado de leche (seco)</b>	<b>0.92</b>
Puré de pepino	2.20
Saborizante limón natural	0.15
Cultivos de yogurt (CHR Hansen YCX11)	0.02
Probióticos (CHR Hansen F-DVSABC)	0.01
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Desarrollado en Wisconsin Center for Dairy Research, University of Wisconsin-Madison

## Mordiscos para el Desayuno

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
<b>Fórmula de masa (84 g)</b>	<b>(62.64)</b>
Harina para pan	19.60
Agua	14.03
Harina integral	4.60
<b>MPC concentrado de proteína de leche, 80% (MPC 80)</b>	<b>3.80</b>
<b>Mantequilla sin sal</b>	<b>3.39</b>
Miel de trébol	3.07
Sustituto de huevo (original Egg Beaters®, ConAgra Foods)	2.94
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>2.51</b>
Fibra Soluble (5 gramos) (ADM/Matsutani, Fibersol®-2)	2.51
Avena entera	2.14
<b>Permeado de suero</b>	<b>1.94</b>

## Preparación:

1. Agregue 30 g (1 onza) de mezcla seca a 250 mL (8.5 onzas) de vaso de leche desnatada.
2. Mezcle o sacuda hasta producir una suspensión.
3. Si lo desea más espesa, permita que la bebida repose a 4 °C (39 °F) durante 1 hora.
4. Sírvese bien fría.

## Procedimiento:

1. Mezcle el permeado y la leche descremada en polvo con la leche y bata a alta velocidad. Permita que se hidrate durante 30 minutos.
2. Lleve la mezcla a la temperatura de 60 °C (140 °F) y homogenice a 2,500/700 psi.
3. Pasteurice la mezcla a 85 °C (185 °F) durante 30 minutos.
4. Enfríe hasta los 42°C (108°F).
5. Inocule con cultivos y agregue probióticos.
6. Incube a 42 °C (108 °F) durante 4 a 5 horas hasta alcanzar pH de 4.2.
7. Agregue puré de pepino y saborizante de limón.
8. Enfríe a 4 °C (39 °F) y almacene a temperatura refrigerada.

<b>Concentrado de proteína de Suero, 80% (WPC 80)</b>	<b>1.66</b>
Levadura seca activa	0.45
<b>Formula del relleno (50.1 g)</b>	<b>(37.36)</b>
Huevo revuelto congelado IQF 17.44 (Michael's Foods)	17.44
<b>Queso Cheddar, desmenuzado</b>	<b>17.44</b>
Cebolla amarilla picada	0.95
Pimiento morrón verde picado	0.76
Queso Romano rallado	0.71
Pimienta Negra	0.06
<b>Total</b>	<b>100.00 %</b>

Desarrollado por Wisconsin Center for Dairy Research, Universidad de Wisconsin-Madison Wisconsin-Madison

## Procedimiento:

### Relleno

1. Mezcle los huevos revueltos congelados IQF, la cebolla amarilla picada, el pimiento morrón picado, los quesos y la pimienta negra hasta cobrar uniformidad.
2. Para cada porción, el relleno deberá pesar 18 gramos.

### Masa

1. Mezcle bien el MPC 80, la leche descremada en polvo, el permeado de suero, WPC 80 y el agua. Permita que se hidrate durante 30 minutos.
2. Mezcle los ingredientes secos: harina para pan, harina integral, avena, Fibersol-2 y la levadura.
3. Derrita la mantequilla.
4. Caliente los ingredientes lácteos hidratados a 43 °C (110 °F).
5. Combine el sustituto de huevo, la miel y la mantequilla derretida. Agregue a los ingredientes secos y mezcle a velocidad baja con batidora para masa durante 12 minutos.

## Waffle Amanecer con Fresas

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
<b>Formula para base de yogurt (100 g)</b>	<b>(98.75)</b>
<b>Yogurt decremado natural estilo griego</b>	<b>22.50</b>
Agua	18.42
Huevo líquido	12.00
Harina para pastel	11.45
Harina integral	11.45
Azucar granulada	6.25
<b>Concentrado de proteína de, (WPC 80) 80%, suero</b>	<b>4.60</b>
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>4.60</b>
<b>Mantequilla sin sal</b>	<b>4.60</b>
Calcio de leche y minerales	1.65

## Procedure:

### Waffle

1. Hidrate el concentrado de proteína de suero y la leche descremada en polvo con 100% del agua, agitando constantemente durante 30 minutos. Agregue el calcio de leche y minerales después de 30 minutos e hidrate otros 20 minutos.
2. Mezcle los ingredientes secos.

6. Permita leudar la masa hasta que se duplique el volumen (aprox. 1 hora a 41°C/106 °F).
7. Forme bolitas de 30 gramos de masa cada una.

### Ensamblado

1. Extienda 30 gramos de masa hasta alcanzar un grosor de 1/4 de pulgada.
2. Coloque aprox. 18 gramos de relleno sobre la capa de masa.
3. Encierre completamente el relleno para mantener el queso dentro de la masa durante la cocción.
4. Hornee a 204 °C (400 °F) sobre charolas cubiertas de papel engrasado durante aprox. 12 minutos. Ajuste el tiempo conforme se necesite con base en el tamaño del producto.

Polvo para hornear	0.75
Salt	0.29
Extracto de vainilla (Virginia Dare)	0.17
Canela	0.02
<b>Fórmula de Salsa de Yogurt (opcional), 15 g</b>	<b>(1.25)</b>
Jarabe de fresa	0.75
Fresas frescas picadas	0.20
<b>Yogurt descremado estilo griego</b>	<b>0.20</b>
Azucar granulada	0.10
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

Developed at Dairy Product Technology Center, California Polytechnic State University

3. Mezcle los ingredientes húmedos, incluyendo los polvos lácteos hidratados, y agregue el yogurt.
4. Incorpore lentamente los ingredientes secos a los húmedos.
5. Mezcla la masa durante 5 minutos con batidora de alta velocidad.
6. Precaliente la wafflera a temperatura entre baja y media.



- Utilice atomizador de aceite impegable en la plancha y vierta 200 gramos de la masa a la wafflera.
- Cocine hasta adquirir tono dorado, sírvase tibio con 15 gramos de salsa de yogurt y fresas.

### Natilla o Pudín de Chocolate

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Agua	66.75
Azúcar	15.00
<b>Leche desnatada en polvo</b>	<b>12.40</b>
Almidón modificado	3.00
Cocoa en polvo	2.75
Sal	0.10
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

### Bebida de Yogurt

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Agua	89.60
<b>Leche desnatada en polvo</b>	<b>6.24</b>
<b>Lactosa</b>	<b>2.28</b>
<b>Concentrado de suero de proteína, 80% (WPC 80)</b>	<b>1.88</b>
Cultivo	Conforme se necesite
Edulcorante	Conforme se necesite
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

### Salsa de Yogurt con Fresas

- Mezcle el azúcar con el jarabe, permitiendo que se disuelva durante 5 minutos.
- Agregue el yogurt al jarabe y azúcar. Mezcle con batidora de alta velocidad durante 5 minutos.
- Caliente a baja temperatura mientras revuelva, suficiente únicamente para calentar ligeramente la salsa.
- Agregue las fresas picadas y coloque 15 gramos en el waffle.

#### Procedimiento:

- Mezcle todos los ingredientes.
- Caliente la mezcla a 82 °C (180 °F).
- Enfríe.

#### Procedimiento:

- Combine todos los ingredientes.
- Caliente a 82 °C (180 °F) y aparte durante 15 minutos. Enfríe a 36 °C (97 °F).
- Inocule con el cultivo. Incube durante 6 horas o hasta que alcance un pH final de 4.25-4.35.
- Enfríe a 7 °C (45 °F).
- Endulce al nivel deseado con el edulcorante de su elección.
- Almacene refrigerado.

## Budín de Pan para las Edades

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
<b>Fórmula de Pudín (100 g)</b>	<b>(98.20)</b>
Agua	36.20
Camote o Boniato	10.80
Azúcar mascabado claro	10.80
Huevos, líquidos	5.40
Higos	5.40
Pan francés (baguette)	5.35
Pan, integral	5.35
<b>Mantequilla sin sal</b>	<b>4.95</b>
<b>Concentrado de proteína de leche, 80% (MPC 80)</b>	<b>4.05</b>
Jarabe de maple	3.15
Ciruela pasa	2.25
Calcio de leche y minerales	1.40
Semilla de linaza, dorada, molido ultra fino Golden Ultra Fine Milled (Glan- bia Nutritional)	1.36
Extracto de vainilla (Virginia Dare)	0.50
Polvo para hornear	0.38
<b>Permeado de suero (sólidos para producto lácteo)</b>	<b>0.20</b>
Sabor caramelo natural (Gold Coast Ingredients)	0.18
Sal	0.18
Nuez moscada	0.15
Canela	0.15
<b>Fórmula para Cubierta de Avena (10 g)</b>	<b>(0.90)</b>
Avena	0.71
<b>Chispas de Suero trituradas</b>	<b>0.12</b>
Azúcar mascabado claro	0.06
Canela	0.01
<b>Fórmula para Salsa de Yogurt con Whisky Bourbon (10 g)</b>	<b>(0.899)</b>
<b>Yogurt griego natural descremado</b>	<b>0.580</b>
Azúcar impalpable o glass	0.290
<b>Leche descremada en polvo</b>	<b>0.020</b>
Saborizante natural de whisky bourbon (Gold Coast Ingredients)	0.007
Canela	0.001
Nuez moscada	0.001

Desarrollado en Dairy Products Technology Center, California Polytechnic State University

Procedimiento:

### Cubierta de Avena

1. Triture las chispas de suero a formar piezas finas.
2. Mezcle las chispas de suero con avena, canela y azúcar.
3. Sirva porciones de 10 gramos encima de cada porción de budín de pan.

### Salsa de Yogurt con Whisky Bourbon

1. Bata la leche descremada en polvo y azúcar impalpable con el yogurt a alta velocidad durante 5 minutos.
2. Agregue la nuez moscada, canela y sabor de whisky bourbon. Entibie.
3. Sirva porciones de 10 gramos encima de cada porción de budín de pan.

### Budín

1. Precaliente el horno a 204°C (400°F).
2. Rebane el pan integral y baguette para formar cuadros de ¼ de pulgada, tueste en horno hasta que quede dorado el pan (cerca de 10 minutos, dependiendo del tamaño del lote).
3. Hidrate el MPC durante 30 minutos con 100% del agua. Agregue calcio de leche y minerales a los 30 minutos de reposo, e hidrate otros 20 minutos.
4. Pique los higos, camotes o boniatos, y ciruelas. Aparte.
5. Mezcle los ingredientes secos, incluyendo el permeado.
6. Mezcle los saborizantes con los ingredientes húmedos, los polvos lácteos hidratados y el huevo.
7. Incorpore lentamente los ingredientes secos a los húmedos. Agregue el pan tostado y los higos.
8. Cubra y coloque en el refrigerador durante 5 minutos.
9. Retire la mezcla del refrigerador e incorpore las ciruelas pasas y camotes.
10. Engrase con atomizador de aceite un molde mini-tarta y coloque 100 gramos de la mezcla.
11. Agregue 10 gramos de cubierta.
12. Hornee a 204°C (400°F) durante 30 minutos, cubierto con papel aluminio.
13. Congele al menos 24 horas.
14. Caliente durante 15 minutos en horno eléctrico a 204°C (400°F)
15. Destape y cocine otros 5 a 7 minutos hasta que la cubierta tome un tono dorado.
16. Vierta 10 gramos de la salsa tibia encima de la porción de budín de pan.

### Sopa de Lenteja Energizante

INGREDIENTES	NIVEL DE USO (%)
Agua	38.70
Tomates picados	12.64
Lentejas	10.00
Zanahorias congeladas picadas (NORPAC Foods)	6.94
Apio congelado picado (NORPAC Foods)	6.94
Pimiento morrón verde congelado y picado (Gregg & Associates)	5.14
Pimiento morrón rojo congelado y picado (Gregg & Associates)	5.14
Cebolla blanca picada	4.17
<b>Concentrado de caseína micelar</b>	<b>3.20</b>
<b>Concentrado de proteína de leche</b>	<b>3.20</b>
Aceite de olivo	2.08
Pimienta con limón granulado	0.50
<b>Permeado de suero (sólidos de producto lácteo)</b>	<b>0.69</b>
Jengibre crudo	0.07
Ajo fresco crudo	0.07
Cúrcuma en polvo	0.28
Sal	0.14
Polvo Curry	0.10
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

Desarrollado en el Institute for Dairy Ingredient Processing, South Dakota State University

#### Procedimiento:

1. Remojar las lentejas en agua tibia durante 30 minutos.
2. Hidrate los ingredientes de proteína láctea (concentrado de caseína micelar y concentrado de proteína de leche) en 2 cucharadas de agua tibia durante 15 a 30 minutos.
3. Ponga a hervir las lentejas en una cacerola con 1/2 tasa de agua hasta que se ablanden y se absorba toda el agua. Aparte.
4. Caliente el aceite de oliva en una cacerola. Agregue ajo, jengibre y cúrcuma, seguido por la cebolla picada.
5. Agregue el resto de los vegetales picados y las lentejas. Cocine a fuego medio hasta que los vegetales se ablanden.
6. Agregue los ingredientes de proteína hidratada y mezcle bien.
7. Agregue el curry en polvo y pimienta con limón, sal y permeado de suero. Mezcle bien y cocine durante 10 a 15 minutos.
8. Si se desea, adorne con cilantro.

## Bibliografía

- Akhavan T, Luhovyy BL, Brown PH, Cho CE, Anderson GH. 2010. Effect of premeal consumption of whey protein and its hydrolysate on food intake and Postmeal glycemia and insulin responses in young adults. *Am J Clin Nutr.* 91(4): 966-975.
- Aldrich ND, Reicks MM, Sibley SD, Redmon JB, Thomas W, Raatz SK. 2011. Varying protein source and quantity do not significantly improve weight loss, fat loss, or satiety in reduced energy diets among midlife adults. *Nutr Res.* 31(2): 104-112.
- American Dairy Products Institute. *Dry Milks.* Illinois (IL): ADPI; 2014.
- Baer DJ, Stote KS, Paul DR, Harris GK, Rumpler WV, Clevidence BA. 2011. Whey protein but not soy protein supplementation alters body weight and composition in free-living overweight and obese adults. *J Nutr.* 141(8): 1489-1494.
- Bowen J, Noakes M, Clifton PM. 2007. Appetite hormones and energy intake in obese men after consumption of fructose, glucose and whey protein beverages. *Int J Obes (Lond).* 31(11): 1696-1703.
- Boye J, Wijesinha-Bettoni R, Burlingame B. 2012. Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *Br J Nutr.* 108: S183-S211.
- Breen L, Phillips SM. 2011. Skeletal muscle protein metabolism in the elderly: Interventions to counteract the anabolic resistance of ageing. *Nutr. Metab.* 8: 68-78.
- Burrington KJ, Agarwal S. Technical report: *Whey Protein Heat Stability.* Virginia (VA). U.S. Dairy Export Council; 2012.
- Coker RH, Miller S, Schutzler S, Deutz N, Wolfe RR. 2012. Whey protein and essential amino acids promote the reduction of adipose tissue and increased muscle protein synthesis during caloric restriction-induced weight loss in elderly, obese individuals. *Nutr J.* 11: 105.
- Casperson SL, Sheffield-Moore M, Hewlings SJ. 2012. Leucine supplementation chronically improves muscle protein synthesis in older adults consuming the RDA for protein. *Clin Nutr.* 31: 512-519.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM. 2010. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing.* 39: 412-423.
- Dairy Research Institute, National Dairy Council. *Healthy aging: Scientific status report.* Illinois(IL): National Dairy Council; 2012.
- Drewnowski A. 2011. The contribution of milk and milk products to micronutrient density and affordability of the U.S. diet. *J Am Col. Nutr.* 30 Suppl 1:422s-428s.
- Food and Agriculture Organization. 2011. Report of an FAO expert consultation. *Dietary protein quality evaluation in human nutrition.* 31 March-2 April 2011, Auckland, New Zealand.
- Frid AH, Nilsson M, Holst JJ, Björck IME. 2005. Effect of whey on blood glucose and insulin responses to composite breakfast and lunch meals in type 2 diabetic subjects. *Am J Clin Nutr.* 82(1): 69-75.
- Halton TL, Hu FB. 2004. The effects of high protein diets on thermogenesis, satiety and weight loss: A critical review. *J Am Coll Nutr.* 23(5): 373-385.
- Hamad EM, Taha SH, Abou Dawood A-G I, Sitohy MZ, Abdel-Hamid M. 2011. Protective effect of whey proteins against nonalcoholic fatty liver in rats. *Lipids Health Dis.* 10: 57.
- Heaney RP. 2009. Dairy and bone health. *J Am Coll Nutr.* 28: 82s-90s.
- Huffman LM, Harper WJ. 1999. Maximizing the value of milk through separation technologies. *J Dairy Sci.* 82(10): 2238-2244.
- Huppertz T, Patel HA. 2012. *Advances in milk protein ingredients.* United Kingdom (UK): CRC Press. 2012. Chapter 22, *Innovations in Healthy and functional foods*; p. 363-385.
- Josse AR, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, Phillips SM. 2011. Increased consumption of dairy foods and protein during diet- and exercise-induced weight loss promotes fat mass loss and lean mass gain in overweight and obese premenopausal women. *J Nutr.* 141(9): 1626-1634
- Kawase M, Hashimoto H, Hosoda M, Morita H, Hosono A. 2000. Effect of administration of fermented milk containing whey protein concentrate to rats and healthy men on serum lipids and blood pressure. *J Dairy Sci.* 83(2): 255-263

- Lorenzen J, Frederiksen R, Hoppe C, Hvid R, Astrup A. 2012. The effect of milk proteins on appetite regulation and diet-induced thermogenesis. *Eur J Clin Nutr.* 66(5): 622-627.
- Martin GJO, Williams RPW, Dunstan DE. 2010. Effect of manufacture and reconstitution of milk protein concentrate powder on the size and rennet gelation behaviour of casein micelles. *Int Dairy J.* 20: 128-31.
- McGregor RA, Poppitt SD. 2013. Milk Protein for improved metabolic health: A review of the evidence. *Nutrition & Metabolism.* 10: 46.
- Miller GD, Jarvis J, McBean L. *Handbook of Dairy Foods and Nutrition Third Edition.* Florida (FL): CRC Press. 2007.
- Mintel Group Ltd. *Global New Products Database.* London, United Kingdom; 2012.
- Noakes M. 2008. The role of protein in weight management. *Asia Pac J Clin Nutr.* 17 Suppl 1:169-171
- Paddon-Jones D, Westman E, Mattes RD, Wolfe RR, Astrup A, Westerterp-Plantenga M. 2008. Protein, weight management, and satiety. *Am J Clin Nutr.* 87(5): 1558S-1561S.
- Pal S, Ellis V, Dhaliwal S. 2010. Effects of whey protein isolate on body composition, lipids, insulin and glucose in overweight and obese individuals. *Br J Nutr.* 104(5): 716-723.
- Pennings B, Koopman R, Beelen M. 2011. Exercise before protein intake allows for greater use of dietary protein-derived amino acids for de novo muscle protein synthesis in both young and elderly men. *Am J Clin Nutr.* 93: 322-331.
- Pennings B, Groen BB, de Lange A. 2012. Amino acid absorption and subsequent muscle protein accretion following graded intakes of whey protein in elderly men. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 302(8): E992-999.
- Rittmanic S, Burrington K. *U.S. whey proteins in ready to drink beverages.* Virginia (VA): U.S. Dairy Export Council; 2006.
- Sharpe SJ, Gamble GD, Sharpe DN. 1994. Cholesterol-lowering and blood pressure effects of immune milk. *Am J Clin Nutr.* 59(4): 929-934.
- Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, Wolf SE, Sanford AP, Wolfe RR. 2004. Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 36(12): 2073-2081
- Xu JY, Qin LQ, Wang PY, Li W, Chang C. 2008. Effect of milk tripeptides on blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition.* 24(10): 933-940.
- Ye A. 2011. Functional properties of milk protein concentrates: emulsifying properties, adsorption and stability of emulsions. *Int. Dairy J.* 21(1): 14-20.
- Liang Y, Patel H, Matia-Merino L, Golding M. 2013. Structure and stability of heat-treated concentrated dairy-protein-stabilized oil-in-water emulsions: A stability map characterization approach. *Food Hydrocolloids.* 33: 297-308.
- Liang Y, Patel H, Matia-Merino L, Golding M. 2013. Effect of pre- and post-heat treatments on the physicochemical, microstructural and rheological properties of milk-protein-concentrate-stabilized oil-in-water emulsions. *Int. Dairy J.* 32: 184-191.

# Glosario

Algunos de los términos empleados en este manual tienen sinónimos que se usan en industrias relacionadas o en otros países. La lista a continuación tiene la finalidad de conciliar los términos empleados en este manual con otros términos estrechamente relacionados que se usan con frecuencia también.

<b>TÉRMINO USADO EN ESTE MANUAL O ABREVIATURAS</b>	<b>SINÓNIMOS, TÉRMINO SIMILAR O DEFINICIÓN BREVE</b>
<b>ADPI</b>	American Dairy Products Institute • <a href="http://www.adpi.org">www.adpi.org</a>
<b>Aglomerado</b>	Instantaneizado
<b>Anhydrous milk fat (AMF) – Grasas lácteas anhidras</b>	Similar al aceite de mantequilla. AMF: 0.15% humedad y 99.8% grasa. Aceite de mantequilla: 0.3% humedad y 99.6% grasa.
<b>DMI</b>	Dairy Management Inc.
<b>FDA</b>	Food and Drug Administration, United States • <a href="http://www.fda.gov">www.fda.gov</a>
<b>Relleno / Filled</b>	Productos de leche recombinada en que toda o parte de la grasa butírica es reemplazada con aceite vegetal o grasa.
<b>Mt</b>	Productos de leche recombinada en que toda o parte de la grasa butírica es reemplazada con aceite vegetal o grasa.
<b>NDM</b>	Leche descremada en polvo. Definido en United States Code of Federal Regulations, Título 21, volumen 2, parte 131.125. ( <a href="http://www.fda.gov">www.fda.gov</a> )
<b>Recombinada</b>	El producto lácteo resultante de la combinación de grasa butírica y sólidos lácteos no-grasos en una o más de las varias formas, con o sin agua. Esta combinación debe cumplir con restablecer la relación especificada para grasa a sólidos no grasos. FAO/WHO 1973, Codex Alimentarius.
<b>Reconstituida</b>	El producto de leche que resulta al agregar agua a la forma del producto seco o condensado en la cantidad necesaria para restablecer la proporción de sólidos específicos con agua. FAO/WHO 1973, Codex Alimentarius.
<b>SMP</b>	Leche desnatada o descremada en polvo. Definido en el Codex Alimentarius Standard 207-1999.
<b>USDA</b>	United States Department of Agriculture • <a href="http://www.usda.gov">www.usda.gov</a>
<b>WMP</b>	Leche entera en polvo. Definido en el Codex Alimentarius Standard 207-1999.
<b>DWM</b>	Leche entera seca. Definido en el United States Code of Federal Regulations, Título 21, Volumen 2, parte 131.147. ( <a href="http://www.fda.gov">www.fda.gov</a> )
<b>USDEC</b>	The U.S. Dairy Export Council, productor del presente manual. <a href="http://www.ThinkUSAdairy.org">www.ThinkUSAdairy.org</a>
<b>WPNI</b>	Índice de Nitrógeno en Proteína de Suero

*Aún cuando los términos leche descremada o seca en polvo y leche desnatada en polvo se han empleado de manera intercambiable en este manual, y a menudo en la industria en general, los términos han sido definidos por dos conjuntos de normas y autoridades (FDA/USDA y Codex Alimentarius).*

*Además, las regulaciones de los gobiernos pueden diferir. Por favor consulte la información pertinente en los reglamentos locales al comprar leches en polvo y para fines de etiquetado.*







