



Leche en polvo

Evidencia científica actual

Importancia de la **leche** en todas las etapas de vida

NUTRIENTES DE LA LECHE

CALCIO + PROTEÍNAS + VITAMINAS A Y D

BENEFICIO

Favorece el crecimiento fetal y la producción de leche materna

Contribuye con el crecimiento

Favorece la formación del músculo

Es fuente de energía y esencial para la prevención de la osteoporosis

Esencial para la conservación del tejido óseo y muscular.



GRUPO ETARIO

EMBARAZO Y LACTANCIA

NIÑOS (2 A 10 AÑOS)

ADOLESCENTES Y JÓVENES (11 A 19 AÑOS)

ADULTOS (20 A 59 AÑOS)

ADULTOS MAYORES (>60 AÑOS)

NUTRIENTES ESENCIALES (ADICIONALES) VITAMINAS Y MINERALES:

Hierro, ácido fólico y vitaminas del complejo B.

Hierro, zinc y vitaminas del complejo B.

Zinc, magnesio y vitaminas del complejo B.

Magnesio, hierro, vitamina E y C.

Hierro, Vitamina B12, C, E y ácido fólico.

Editorial

EDICIÓN

Departamento de
Nutrición
Enero 2023

DISEÑO

Brandtree Group S.A.

IMPRESIÓN

ADGRAFIC S.A.C.

© GLORIA S.A.

Av. República de Panamá
2461, Urb. Sta. Catalina,
La Victoria.

www.gloria.com.pe

La leche aporta muchos nutrientes; además de las proteínas, carbohidratos y grasas, también es una excelente fuente de vitaminas y minerales. Todos esos componentes le confieren una gran utilidad para el organismo. Desde siempre, se ha considerado a la leche como un alimento esencial para la etapa de desarrollo y crecimiento, pero hoy en día se sabe que también es muy importante a lo largo de toda la vida.

El procesamiento industrial de la leche ha permitido el acceso generalizado a su consumo por parte de la población. En el caso de la leche en polvo, ésta es obtenida a través de la eliminación de agua que naturalmente se encuentra en la leche líquida, lo cual le permite tener un mayor tiempo de vida útil, facilitando así la llegada de este importante alimento a las poblaciones más alejadas.

En esta edición conoceremos el valor nutricional de la leche en polvo, cómo es que se da la producción y comercio de este valioso alimento, así como el porqué es necesario contar con este tipo de leche para el beneficio en nutrición y salud de las personas, y finalmente veremos un breve resumen de la experiencia con el uso de la leche polvo en Chile.

PhD. Youmi Paz Olivas

Gerente Departamento de Nutrición de Gloria

ÍNDICE

Pag. 4

Leche en polvo y su
valor nutricional



Pag. 11

Evidencia actual de
la leche en polvo



LECHE EN POLVO Y SU VALOR NUTRICIONAL

Camila Cisternas¹, Camila Farías^{1,2}, Rodrigo Valenzuela³

¹ Programa de Magíster en Nutrición y Alimentos, mención Nutrición Humana. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Chile. Santiago, Chile.

² Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica del Maule, Curicó, Chile.

³ Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

RESUMEN



La leche de vaca es el producto lácteo más producido y consumido en el mundo, siendo un alimento de importancia nutricional ya que entrega los nutrientes necesarios para diversas etapas del ciclo vital con innumerables beneficios, especialmente en los niños ya que

aporta los nutrientes que éstos requieren de manera esencial para su crecimiento y desarrollo. La leche en polvo es un producto lácteo fabricado por evaporación del agua hasta obtener un alimento seco que permite ser almacenado por un mayor tiempo

en comparación con la leche fresca. En las últimas décadas su consumo ha ido en aumento, siendo utilizado como matriz alimentaria para la fortificación en varios países.

Palabras clave: Leche, Leche en polvo, composición nutricional.

INTRODUCCIÓN

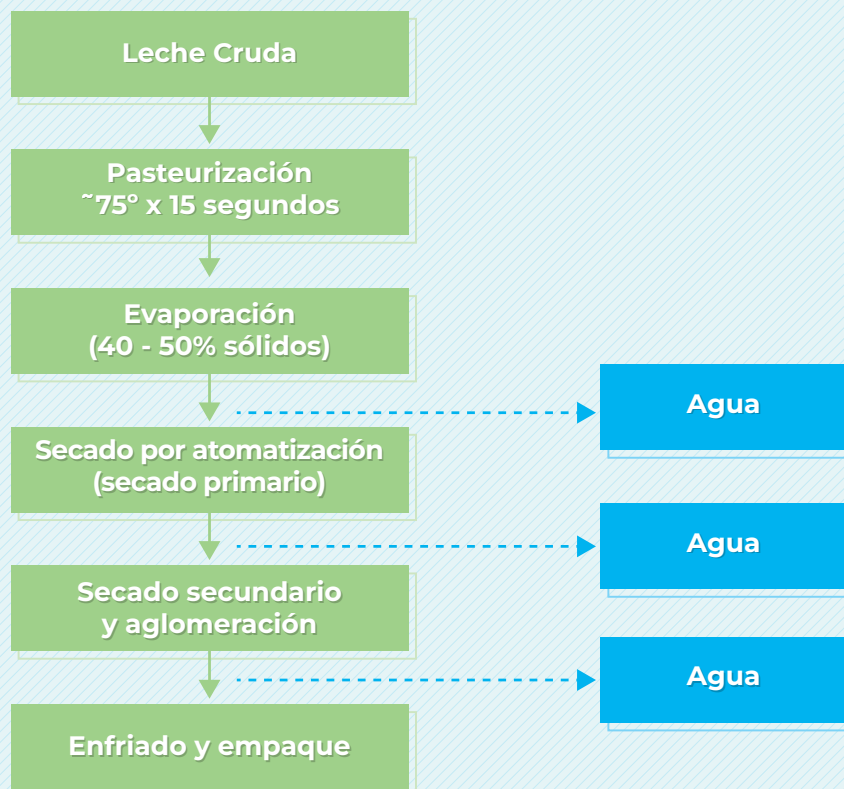
El concepto de conservar la leche mediante el secado es muy antiguo. En 1810 el inventor francés Nicholas Appert produjo las primeras tabletas de leche en polvo en Europa; estas estaban hechas de leche concentrada lentamente hasta obtener una consistencia similar a una masa por medio de una corriente de aire caliente. Sin embargo, al químico ruso Dirchoff en 1832 se le atribuye

la primera producción de leche en polvo. Posteriormente, británicos y estadounidenses entre 1835 y 1886 utilizaron diversos métodos o procesos para el secado de la leche sin o con la adición de otros productos (ej. azúcar). Pero no fue hasta después de 1900 que la leche en polvo se convirtió en una realidad comercial (1)(2). Actualmente, el secado por aspersión es la técnica más utilizada para la elaboración de leche en polvo (figura 1); este proceso involucra la atomización de la leche líquida

previamente pasteurizada en un medio de secado, permitiendo una evaporación extremadamente rápida del agua, el secado continúa hasta alcanzar el nivel deseado de contenido de agua en el producto (generalmente entre 3 y 1%). Este proceso, permite la estabilidad de la leche en polvo durante su almacenamiento (con una vida útil de 0.5 a 2 años aproximadamente) y mantener su valor nutritivo, así como su color, sabor y solubilidad (3)(4)(5).

FIGURA 1

PRODUCCIÓN LECHE EN POLVO



Fuente: Fernández, R. Microbiology Handbook Dairy Products. Third Edition. 2009.

VALOR NUTRICIONAL LECHE EN POLVO

La leche es fuente de nutrientes necesarios e importantes para el adecuado crecimiento y desarrollo, siendo parte de su composición las proteínas de alto valor biológico, lípidos, hidratos de carbonos, minerales y agua (6). La leche en polvo proporciona entre 30 a 36 g/L de proteínas, siendo las de mayor relevancia las caseínas y la proteína de suero de leche, donde las primeras son las de mayor cantidad acercándose al 80% y las proteínas de suero alrededor del 20% restante encontrando además diversas enzimas (7). En cuanto a

los lípidos encontrados en la leche, estos corresponden de un 3 a un 6% aproximadamente en una leche de vaca sin tratamientos, lo cual variará si se somete a algún proceso de extracción de grasa. Dentro de la grasa encontrada en la leche, un 98% corresponde a triglicéridos, mientras que el otro 2% se conforma de ácidos grasos libres, colesterol, fosfolípidos, di y monoglicéridos (8). El carbohidrato principal encontrado en la leche es la lactosa variando de un 0 a un 10%. En cuanto a la composición de micronutrientes, la leche es una fuente importante de calcio pero también se pueden distinguir otros nutrientes como en fósforo, magnesio, selenio, zinc, vitamina A, D, E, B1 y B2 (Tabla 1)(9).

En cuanto a la calidad de la leche en polvo versus las leches líquidas pasteurizadas y UTH (ultra pasteurización) no muestran cambios en sus macronutrientes (10). Las diferencias de micronutrientes entre la leche líquida y en polvo debido al proceso de producción, no son un problema en la actualidad dado que en la fortificación de este alimento es uno de los que tiene mayor evidencia por su valor nutricional, su consumo y la eficacia de la adición de micronutrientes. Es así, como varios países en el mundo como Nueva Zelanda, Malasia, España, India, Ecuador, entre otros han implementado la fortificación de la leche para mejorar el status de micronutrientes (18).

TABLA 1

Composición Nutricional 100 ml de leche de vaca entera líquida y en polvo reconstituida al 24%

NUTRIENTE	LECHE LÍQUIDA*	LECHE EN POLVO**
Energía (Kcal)	60	59
Proteínas (g)	3,2	3,0
Grasa total (g)	3,1	3,1
Grasa Saturada (g)	2,1	1,9
Grasa monoinsaturada (g)	0,9	-
Grasa poliinsaturada (g)	0,1	-
Carbohidratos disponibles (g)	4,9	4,6
Calcio (mg)	140	110
Sodio (mg)	40	48

Fuente: *En base a la información extraída de la Organización de Consumidores y Usuarios de Chile (ODECU)(11). **En base a la información nutricional de Leche Gloria Entera en Polvo (12)

PRODUCCIÓN Y COMERCIO

La leche es un producto altamente perecedero y requiere ser procesada poco tiempo después de su recolección. No se puede almacenar por más de unos pocos días. Si bien, la mayor parte de la producción láctea se consume en forma de productos lácteos frescos (13). La producción de leche en polvo se ha convertido en un segmento cada vez más importante de la industria láctea, se espera que crezca aún más debido a sus características tales como una mejor calidad de conservación, menos espacio de almacenamiento (se pueden preparar aproximadamente 13 kg de leche entera en polvo o 9 kg de leche descremada en polvo con 100 litros de leche entera) y menores costos de transporte, lo que da como resultado una economía y conveniencia atractivas durante la industria y el hogar al no requerir refrigeración (2)(14). China,

Estados Unidos y Francia son los principales mercados de productos lácteos en polvo. Nueva Zelanda es el mayor exportador de leche en polvo. En latinoamérica Brasil, México y Argentina son los mayores productores de leche en polvo, aunque no entran en la categoría de los mayores exportadores. Por otro lado, Reino Unido, Alemania, los Países Bajos y Brasil son los principales importadores de leche en polvo (2)(15)(16).

La leche, así como otros alimentos puede ser procesada para lograr objetivos alimentarios y nutricionales específicos, siendo la pasteurización y deshidratación de la leche los procesos más utilizados en la actualidad para asegurar la inocuidad y calidad de este alimento. Respecto a la deshidratación de la leche es importante indicar que el proceso tecnológico que permite reducir la cantidad de agua presente en la leche hasta lograr un producto en polvo homogéneo permite prolongar la vida útil. Facilitando así el consumo de este alimento en personas o poblaciones que tienen dificultades para acceder a leche líquida.

A nivel regulatorio, y para garantizar la calidad nutricional de la leche, el Códex Alimentarius define a la leche en polvo como el producto que se obtiene de la deshidratación de la leche y generalmente se presenta en forma de polvo o gránulos. Siendo relevante la conservación de las características nutricionales (composición química) y de calidad características de la leche.

La leche en polvo es un alimento altamente consumido, especialmente en el hogar, así mismo es un ingrediente de diferentes productos alimenticios, como por ejemplo las fórmulas infantiles, papillas destinadas en etapa de destete, leche



reconstituida, productos lácteos (ejemplo: Queso, yogurt, entre otros). Así mismo el uso de la leche en polvo se encuentra regulado por el mismo Códex, tal es el caso de la norma para leches evaporadas, Códex Stan 281-1971; que permite el uso de leche en polvo como materia prima, además ha establecido los siguientes parámetros mínimos de composición y calidad que debe cumplir como por ejemplo una leche evaporada entera.

- Contenido mínimo de materia grasa de la leche 7,5% m/m
- Contenido mínimo de extracto seco de la leche 25% m/m
- Contenido mínimo de proteínas de la leche en el extracto seco magro de la leche 34% m/m.

Lo que garantiza la calidad nutricional de una leche evaporada y sólo los que alcanzan estos valores pueden denominarse leche evaporada.

Es un ingrediente importante para mejorar la calidad de la leche cruda a fin de estandarizar la composición nutricional del producto final. La

leche en polvo ha demostrado ser una excelente herramienta para contribuir a mejorar la nutrición de la población. Destacando los avances en nutrición durante el embarazo e infancia. Beneficios que se han demostrado ampliamente en diversos estudios clínicos en todo el mundo; dado que la calidad nutricional de la leche en polvo es igual a la calidad nutricional de la leche líquida.

En este sentido, desde hace más de 30 años se ha documentado que el consumo de leche en polvo, especialmente fortificada con determinadas vitaminas y minerales contribuye significativamente a mejorar la nutrición de la población. Así como a disminuir la prevalencia de carencias nutricionales y la incidencia de enfermedades infecto – contagiosas, especialmente digestivas y respiratorias. Siendo la fortificación de la leche una de las principales herramientas disponibles para mejorar la salud y estado nutricional de grupos de riesgo, particularmente embarazadas, niños e incluso adultos.

¿POR QUÉ ES NECESARIA?

La leche en polvo es una solución nutricionalmente adecuada para aquellos que no tienen acceso inmediato a métodos de refrigeración y productos lácteos adecuados (2). Además, la leche ha sido utilizada como matriz de suplementación, al ser una excelente fuente de calcio no solo por la cantidad contenida, sino también porque su composición en nutrientes favorece su absorción, ya que algunos generan sinergia con el calcio favoreciendo su absorción. Entre ellos, la lactosa de la leche facilita la absorción intestinal del calcio, y la vitamina D, también presente en este alimento, al ser necesaria para su absorción intestinal por transporte activo (17).

LECHE PURITA, CHILE

En Chile, los esfuerzos para prevenir la deficiencia de hierro mediante la fortificación de la leche comenzaron hace varios años. En sus inicios tuvo diferentes composiciones a fin de mejorar la biodisponibilidad del hierro (sulfato ferroso) como fue la adición de ácido ascórbico en polvo. Dentro de la experiencia de Chile en la aplicación de programas alimentarios, uno de los que generó mayor impacto fue el Programa Nacional de Alimentación complementaria (PNAC) que inició en el año 1974 y que en el año 2000 comenzó a entregar una leche entera (26% materia grasa), en polvo fortificada con hierro (sulfato ferroso monohidrato), zinc (acetato de zinc dihidratado o sulfato de zinc

monohidratado), vitamina c (ácido ascórbico) y cobre (sulfato de cobre o sulfato cúprico pentahidratado), la “Leche Purita Fortificada”. Actualmente, es proporcionada de forma universal a los niños/as de los 0 meses (con fórmula exclusiva) o 6 meses hasta los 17 meses 29 días, seguida de la “Leche Purita Cereal” con base en leche semidescremada, cereales, alta en calcio y fortificada con vitaminas (A, D, E, C, B1, B2, B6, ácido fólico y B12) y minerales (Ca, P, Mg, Fe, Zn y Cu), desde los 8 a 72 meses de edad en conjunto con la entrega de otros productos alimentarios que contempla el PNAC (Tabla 2). Dado sus impactos significativos en disminuir la prevalencia de anemia por deficiencia de hierro en los lactantes y la desnutrición infantil (18)(19)(20)(21).

TABLA 2

Composición Nutricional por porción de 20 g de Leche Purita Fortificada y Leche Purita Cereal

NUTRIENTE	LECHE PURITA FORTIFICADA*	LECHE PURITA CEREAL**
Energía (Kcal)	99	88
Proteínas (g)	5,0	3,4
Grasa total (g)	5,2	3,6
Grasa Saturada (g)	3,4	1,6
Grasa monoinsaturada (g)	1,6	-
Grasa poliinsaturada (g)	0,2	-
Carbohidratos disponibles (g)	8,1	10,6
Sodio (mg)	74	80

Fuente: *En base a información extraída de Bases Técnicas Leche Purita Fortificada, Ministerio de Salud de Chile (20).

**En base a información extraída de Bases Técnicas Leche Purita Cereal, Ministerio de Salud de Chile (21).

Conclusiones

La leche en polvo es un alimento nutritivo que no difiere su contenido nutricional al ser comparada con la leche líquida pasteurizada, siendo nutricionalmente completa para aquellas personas que no cuentan con acceso inmediato a métodos de refrigeración y productos lácteos adecuados. Este alimento es ideal como matriz de suplementación debido al alto consumo a nivel mundial, su buena proporción de nutrientes y su efectividad al añadir micronutrientes

Referencias

1. Coulter ST. Dry Milk Manufacture. *Journal of Dairy Science*. 1956;39(6):843-6.
2. Kalyankar, S.D., Deshmukhs, A.M., Chopde, S., Khedkar, C.D. and Lules, S. (2016) Milk Powder. In: Caballero, B., Finglas, P.M. and Toldrá, F., Eds., *Encyclopedia of Food and Health*, Elsevier, Amsterdam, 724-728.
3. Gestión Agro Ganadera S.L. Fabricación de leche en polvo. 2021. <https://gestionagroganadera.com/fabricacion-de-la-leche-en-polvo/>
4. Vega C, Roos YH. Invited review: spray-dried dairy and dairy-like emulsions- compositional considerations. *J Dairy Sci*. 2006 Feb;89(2):383-401.
5. Zhang Y, Pandiselvam R, Liu Y. Understanding the factors affecting the surface chemical composition of dairy powders: a systematic review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2022 Aug 2:1-15.
6. Korhonen HJ. Bioactive milk proteins, peptides and lipids and other functional components derived from milk and bovine colostrum. In: Saarela M, ed. *Functional Foods*. 2nd ed. Sawston, Cambridge: Woodhead Publishing: Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition; 2011:471-511.
7. Pellegrino, L.; Masotti, F.; Cattaneo, S.; Hogenboom, J.A.; de Noni, I. Nutritional Quality of Milk Proteins. In *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1A: Proteins: Basic Aspects*; McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2013; Volume 1A, pp. 515-538.

Referencias

8. Bernard, L.; Bonnet, M.; Delavaud, C.; Delosiére, M.; Ferlay, A.; Fougere, H.; Graulet, B. Milk fat globule in ruminant: Major and minor compounds, nutritional regulation and differences among species. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2018, 120, 1700039.
9. Mcsweeney, P.L.H.; Fox, P.F., Lactose, Water, Salts, and Minor Constituents, In *Advanced Dairy Chemistry* Springer, Editor. 2009: New York, E.U.A.
10. Guzmán C Ernesto, de Pablo V Saturnino, Yáñez G Carmen G., Zacarías H Isabel, Nieto K Susana. Estudio comparativo de calidad de leche fluida y en polvo. *Rev. chil. pediatr.* 2003 Jun; 74(3): 277-286.
11. ODECU. Estudio de calidad nutricional de leches líquidas: composición nutricional de las leches líquidas, blancas. 2018. <https://www.odecu.cl/wp-content/uploads/2019/03/Estudio-Leches-Liquidas-Blancas-2019.pdf>
12. Gloria S.A. Tabla de composición nutricional de productos lácteos Gloria S.A.; Gloria S.A. <https://labuenanutricion.com/sian2020/tabla-composicion-nutricional-productos-gloria.pdf>
13. FAO. Dairy and dairy products, OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028 © OECD/FAO 2019. http://www.fao.org/3/CA4076EN/CA4076EN_Chapter7_Dairy.pdf
14. Bullock D. Dairy Microbiology. EDTECH; 2019. <https://books.google.cl/books?id=w-PEDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
15. OCDE-FAO. Skim milk powder projections: Production and trade. 2021. https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/skim-milk-powder-projections-production-and-trade_f42b3a7e-en
16. CLAL. Skimmed Milk Powder (SMP) production. 2022. https://www.clal.it/en/?section=produzioni_smp
17. Rodríguez J, Rodríguez A, González O, Mesa M. Leche y productos lácteos como vehículos de calcio y vitamina D: papel de las leches enriquecidas. *Nutr. Hosp.* 2019 Ago; 36(4): 962-973.
18. Valenzuela B, Rodrigo. Lácteos: Nutrición Y Salud. 1ra ed., vol. 1, Santiago, Chile, Consorcio Lechero.
19. Ministerio de Salud de Chile. Norma técnica de los programas alimentarios. 2016. <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2015/09/2016.04.20-Norma-T%C3%A9cnica-Prog.-Alimentarios-aprobada-por-Jur%C3%ADdica.pdf>
20. Ministerio de Salud de Chile. Bases técnicas Leche Purita Fortificada. 2010. <https://www.minsal.cl/porta/url/item/8fea92317a0fe380e04001011e013619.pdf>
21. Ministerio de Salud de Chile. Bases técnicas Leche Purita Cereal. 2010. <https://www.minsal.cl/porta/url/item/9818cce4fa191cee04001011f013805.pdf>

EVIDENCIA CIENTÍFICA DE LA LECHE EN POLVO

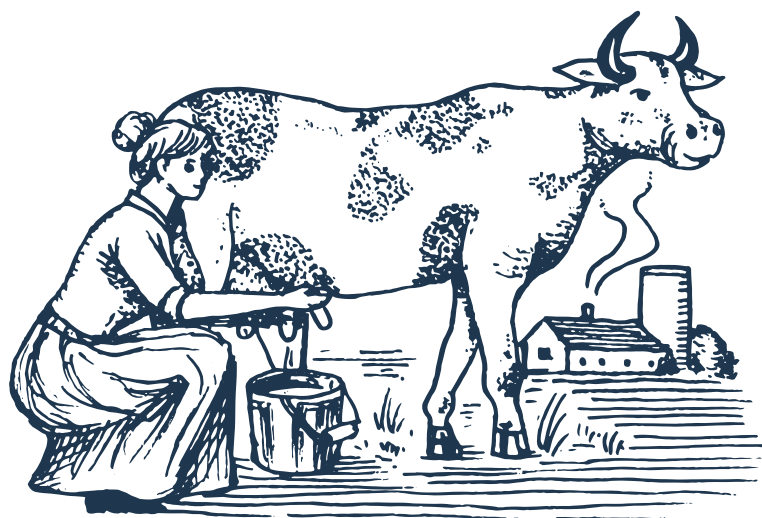
Andrés Bustamante Pezoa (Dr. en Nutrición y Alimentos)^{1*}, Francisca Echeverría (Nutricionista, Dra. en Nutrición y Alimentos)^{1,2}.

¹ Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

² Carrera Nutrición y Dietética, Departamento Ciencias de la Salud, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

*anbustama@uchile.cl

RESUMEN



La leche ha sido un alimento consumido por el humano desde tiempos ancestrales. Para asegurar la inocuidad y mantener las propiedades nutricionales de este alimento se han empleado distintas tecnologías que han permitido desarrollar en forma exitosa productos lácteos en polvo. En particular, las leches en polvo son productos que aportan proteína de alto valor biológico, vitaminas y micronutrientes esenciales y que además facilitan la incorporación de otros nutrientes

o compuestos bioactivos para su consumo masivo. Esta revisión aborda el efecto de las distintas tecnologías de pasteurización y secado sobre la composición nutricional de las leches en polvo. Asimismo, se discute el impacto del almacenamiento sobre esta gama de productos. Por otra parte, la leche en polvo ha sido utilizada como vehículo para el desarrollo de alimentos funcionales. Los más destacados en el mercado son lácteos con pre y probióticos, con EPA y DHA y con la adición

de fitoesteroles. En general, la evidencia científica destaca que, considerando las temperaturas usadas para la elaboración de leche en polvo, el impacto de la pasteurización y de las tecnologías de secado es mínimo. Sin embargo, es clave adoptar medidas para prevenir el deterioro de la leche en polvo durante su almacenamiento, de tal manera de evitar la oxidación lipídica, pérdidas de vitaminas y disminución de la calidad proteica.

INTRODUCCIÓN

La leche es un producto proveniente de la glándula mamaria de mamíferos que contiene en cantidad suficiente y balanceada todos los elementos para mantener múltiples funciones fisiológicas y metabólicas en humanos y animales. Aproximadamente el 87% de la composición de la leche consiste en agua y un 13% de otros componentes importantes como proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales y vitaminas. La leche representa una excelente fuente de proteínas de alta calidad, siendo una de las principales fuentes naturales de aminoácidos esenciales para la nutrición humana. Sumado a lo anterior, la leche es fuente de calcio, fósforo, vitaminas del grupo B, vitaminas A y D, lo que convierte a este alimento y sus derivados en productos claves en distintas etapas del ciclo vital (1). La gran cantidad de productos lácteos disponibles en el mercado convierten a esta categoría de alimentos en productos de elección desde preescolares hasta atletas de elite. Más aún, los productos lácteos son vehículos únicos para la suplementación nutricional y el desarrollo de alimentos funcionales (2). Sin embargo, la leche al ser un alimento rico en nutrientes y con pH neutro podría actuar como un medio de cultivo para el crecimiento de microorganismos como bacterias deteriorantes y patógenas. Por lo tanto, el procesamiento de la leche cruda se transforma en un paso esencial para asegurar su inocuidad (calidad microbiológica), calidad (apariencia, textura, vida útil, preservación de productos) y contenido nutricional (3). Como solución a esta problemática, especialmente en lugares donde no era posible extender la vida útil de la leche líquida debido a



razones climáticas o logísticas, se inicia el desarrollo de productos lácteos concentrados, que tienen una vida útil extensa debido a su baja actividad de agua y humedad (menor el 3%) que se logra al emplear una o más tecnologías de remoción de agua. Eliminar el agua de la leche además reduce los costos de transporte de esta, lo que es especialmente importante para productores de orígenes lejanos. De esta manera, la leche concentrada y en polvo se comercializa como tal (leche entera en polvo, leche descremada en polvo) o se utiliza para obtener ingredientes lácteos o formular otros alimentos como suero de leche en polvo, fórmulas infantiles en polvo, concentrados proteicos en polvo y crema en polvo, entre otros (4).

PROCESO DE ELABORACIÓN DE LECHE EN POLVO

La leche en polvo es un producto proveniente del procesamiento de la leche cruda a través de cinco etapas principales (estandarización, homogeneización, pasteurización, evaporación y secado por

atomización). Durante la estandarización, la leche en polvo se lleva a una razón de sólidos grasos/sólidos no grasos estándar. En esta etapa mediante separación centrífuga se obtiene crema y leche descremada. Cuando la separación de la materia grasa se efectúa a mayor temperatura (50-52 °C), existe mayor riesgo de desnaturalización proteica que cuando se realiza en frío (4-20 °C). Después de la separación, la leche descremada y crema se mezclan hasta alcanzar el porcentaje de grasa deseado (5). El paso siguiente es la homogeneización, etapa que busca reducir el tamaño del glóbulo de grasa mediante la aplicación de 150-1000 bar de presión a temperaturas de 60-70 °C. Esto resulta en una adecuada distribución de la grasa en la leche y posteriormente en el producto en polvo. En el caso de la leche descremada (0,1% grasa) la homogeneización no es necesaria (6). En la siguiente etapa, se aplica un tratamiento térmico (pasteurización a 72 °C por 15-30 s) mediante intercambiadores de calor. Además de la pasteurización, la esterilización comercial (110-125 °C por 10-45 min) y procesamiento

a temperaturas ultra altas (UHT, por su sigla en inglés) (135 °C por 0,4-4 s) son tratamientos muy utilizados en la industria láctea, pero para el caso de leches en polvo, la pasteurización es suficiente para asegurar la inocuidad del alimento (7). Posteriormente se realiza la concentración de la leche hasta llevar este producto al 50% de sólidos, lo que aumenta su viscosidad. Esta etapa usualmente se basa en el uso de evaporadores multietapa de película, por lo que es importante minimizar la desnaturalización proteica, ya que este paso alcanza temperaturas de 70 °C en su inicio hasta 40-50 °C en su etapa final (8). A continuación, ocurre el secado. Una gran mayoría de los productores utiliza secado por atomización, aunque existen otras tecnologías viables como secado en tambor, secado en lecho fluidizado y liofilización. El secado por atomización es la tecnología de secado por convección más usada debido a que se minimiza el daño térmico del producto, debido a las menores temperaturas de proceso y cortos tiempos de residencia comparado con procesos de conducción de calor como el secado en tambor (9). En este proceso la leche concentrada se atomiza a través de una boquilla dando origen a pequeñas partículas que contactan con aire caliente (180-230 °C), intercambiándose calor y agua, dando origen a leche en polvo con un contenido de 3-7% de humedad. El tamaño de las partículas depende del tipo de atomizador y de las condiciones de secado, estando en el orden de 1-800 µm (5). La información entregada indica que las condiciones de procesamiento de la leche se enfocan en evitar que ocurran cambios indeseables en el producto final, con el fin de mantener sus propiedades nutricionales y sensoriales.

NORMATIVA RELACIONADA CON LECHE EN POLVO

El Codex Alimentarius en su “norma para las leches en polvo y la nata (crema) en polvo” recoge la base tecnológica implicada en la producción de leche en polvo y define distintas categorías de esta gama de productos (10). Este documento define a la leche en polvo como el producto obtenido por la eliminación parcial del agua que contiene la leche. Dentro de sus requisitos, indica que el producto debe contener un máximo de 5% de humedad, sin considerar el agua de cristalización de la lactosa, y el contenido mínimo de proteínas de la leche en el extracto seco magro no debe ser menor a 34% m/m incluyendo el agua de cristalización de la lactosa. En cuanto a las categorías de leche, la leche entera en polvo debe poseer un mínimo de 26% m/m de materia grasa, la leche en polvo parcialmente descremada o semidescremada podrá contener entre un 1,5-26%

m/m de materia grasa y la leche en polvo descremada contiene como máximo de 1,5% m/m de materia grasa de la leche. Esta normativa ha sido adoptada internacionalmente, con leves modificaciones. Por ejemplo, Chile en la actualización del Reglamento Sanitario de los Alimentos de julio de 2022 establece la obligatoriedad de la fortificación de las leches en polvo con vitamina D3 en dosis de 10 µg/100 g (11).

EFFECTO DEL PROCESAMIENTO SOBRE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA LECHE EN POLVO

Durante el procesamiento y almacenamiento de la leche en polvo podrían ocurrir cambios físicos y químicos debido a cierto grado de pardeamiento no enzimático, conversión de lactosa en su forma amorfa (aumenta su higroscopicidad), oxidación lipídica y cambios conformacionales en



las proteínas. Las condiciones del secado por atomización influyen sobre el porcentaje de humedad de las leches en polvo y en la conservación de sus nutrientes. Por ejemplo, Yaakub et al. (2019) observaron que una temperatura de secado de 180 °C permitía evitar cambios en el contenido de proteína y grasa de leche de cabra en polvo (12). Por otra parte, mayores temperaturas de ingreso del aire al secador, permite obtener leches con menor porcentaje de humedad. Por lo tanto, para mantener las propiedades sensoriales nutricionales de la leche es un requisito crear una barrera a la humedad ambiental, de tal forma de evitar que se vuelva pegajosa, apelmazada y se vuelva así inestable en un corto período de tiempo (13).

Efecto sobre minerales

El proceso de pasteurización y de secado por atomización tienen como uno de sus principales beneficios el reducido impacto térmico que tendrían sobre los constituyentes de la leche. Sin embargo, dependiendo de las condiciones de proceso es posible que ocurran distintos fenómenos en la leche sometida a tratamientos térmicos (1). Como se mencionó anteriormente, en el proceso de elaboración de las leches en polvo, se somete a las leches crudas a pasteurización. La leche es fuente de macroelementos como calcio (Ca), magnesio, sodio, potasio, fósforo (P) y cloro así como de microminerales como hierro, cobre, zinc, manganeso, selenio, entre otros (14). Los minerales de la leche son responsables de la estabilidad de las micelas de caseína debido a las uniones entre esta proteína y residuos

de fosfoserina a través de fosfato cálcico coloidal. Los tratamientos térmicos podrían cambiar el balance de minerales entre la fase coloidal y el suero. Por ejemplo, se ha observado que a medida que la temperatura aumenta de 20 a 90 °C, las concentraciones de Ca y P podrían disminuir un 60% y 35% en el suero, respectivamente, pero podrían aumentar las de magnesio y citrato en la fase coloidal (13). Este fenómeno puede ser reversible. Sin embargo, a altas temperaturas se hace permanente. En otro estudio, Guzman et al. (2003) evaluaron la calidad nutricional de leche líquida comparándola con leche en polvo durante 90 días de almacenamiento, sin observar diferencias significativas en el contenido de Ca o P entre leches sometidas a pasteurización, UHT y en polvo (15). Los antecedentes planteados, muestran que considerando las temperaturas usadas para la elaboración de leche en polvo, el impacto de la pasteurización no es significativo en términos del aporte de minerales del producto (16).

Efecto sobre vitaminas hidrosolubles

La pasteurización podría tener un efecto variable sobre este grupo de nutrientes. En el caso de la vitamina B1 se ha descrito que podría degradarse hasta un 10% producto del procesamiento térmico. Por otra parte, la vitamina B2 es estable térmicamente y aumenta aún más su estabilidad producto del proceso de homogeneización (17). Las vitaminas B3, B5 y B7 son estables frente a ambos tipos de pasteurización (lenta a baja temperatura (LTLT) o rápida a alta temperatura (HTST)), reportándose pérdidas menores al 10% después



del proceso. Una situación similar ocurre con la vitamina B6, que muestra pérdidas inferiores al 8% producto de la pasteurización (6). Por otra parte, la vitamina B12 es bastante estable frente a la pasteurización, con pérdidas que no superan el 10% del contenido inicial. Una situación distinta ocurre con la vitamina C. Este compuesto es termosensible, aumentando sus pérdidas en presencia de oxígeno, pudiendo disminuir su contenido en hasta un 20% producto de la pasteurización (16).

Efecto sobre vitaminas liposolubles

En general, este grupo de vitaminas resiste de buena forma los tratamientos térmicos. Por ejemplo, se ha observado que la vitamina A no cambia significativamente su contenido después de la pasteurización. Sin embargo, se ha descrito que si el tratamiento térmico o el almacenamiento se prolonga, las pérdidas de esta vitamina podrían alcanzar hasta un 28% durante 90 días de almacenamiento (15). Por otra parte, la vitamina D también es estable frente a la pasteurización.

Ambas vitaminas son más susceptibles a la exposición a la luz que a los tratamientos térmicos. Esto es relevante durante el almacenamiento de las leches en polvo. Se describe que las proteínas de la leche tienen un efecto protector sobre la vitamina D a través de la formación de complejos caseína-vitamina D (13). La vitamina E es escasamente afectada por el proceso de pasteurización. Sin embargo, el proceso de secado y recombinación podría llevar a pérdidas cercanas al 9%. De forma similar, la vitamina K no es afectada por los tratamientos térmicos (17).

Efecto sobre ácidos grasos

La degradación térmica de la grasa láctea usualmente no se observa en los tratamientos convencionales, debido a que la descomposición de los ácidos grasos ocurre a temperaturas superiores a 200 °C. Sin embargo, podría ocurrir hidrólisis de las materias grasas producto de la presencia de lipasas en la leche o por lipasas de origen microbiano. El proceso de pasteurización HTST inactiva la lipasa de la leche, pero no las de origen microbiano. Un panorama distinto podría observarse durante el almacenamiento de las leches, donde es posible que aumenten los ácidos grasos de cadena corta y media y disminuyan los ácidos grasos polinsaturados (C18:3 n-3) (13). La oxidación de la grasa láctea puede impactar negativamente en su calidad y consumo y aceptación. Este es un parámetro crítico a ser controlado durante el almacenamiento. El contenido de grasa varía sustancialmente entre los ingredientes lácteos en polvo. Por ejemplo, contenido de grasa en la leche descremada en polvo puede ser tan bajo como 0,6% y tan

alto como 29% en la leche entera en polvo. Por lo tanto, la oxidación de lípidos también depende de la composición del producto además del procesamiento y condiciones de almacenamiento (9). Los peróxidos son los principales productos de oxidación de lípidos en los polvos lácteos y usualmente se cuantifican mediante el índice de peróxidos. Otros productos de la oxidación lipídica corresponden a cetonas, aldehídos, hexanal, heptanal, nonanal, 2-heptanona y 2-nonona. El hexanal es uno de los volátiles oxidados más importantes aumentando notablemente durante el almacenamiento (8). Por ejemplo, Guzman et al. (2003) reporta un aumento del índice de peróxidos desde 1,15 hasta 1,51 mEq O₂/kg grasa después de 90 días de almacenamiento de la leche en polvo a temperatura ambiente. La misma tendencia observó con otro indicador de la oxidación lipídica, el índice TBA (ácido tiobarbitúrico) que aumentó de 1,77 a 4,45 nmoles/g grasa. Esto indica la relevancia de elegir condiciones

adecuadas de almacenamiento para prolongar la vida útil de las leches en polvo, siendo necesario un almacenamiento en envases con baja permeabilidad al vapor de agua en un lugar oscuro, fresco y seco (Phosanam et al., 2021).

Efecto en proteínas

Las proteínas de la leche tienen distinta sensibilidad a la desnaturalización producto de tratamientos térmicos (inmunoglobulinas > albúmina > β-lactoglobulina > α-lactoalbúmina > caseína). Por lo tanto, las propiedades de las proteínas lácteas dependen en gran medida de la intensidad de las condiciones de procesamiento (13). En el caso de la pasteurización (72 °C por 15 s) las proteínas mantienen su integridad y funcionalidad. La lisina disponible es un parámetro que se puede utilizar como un indicador de la calidad proteica y del daño que puede producir el procesamiento o el almacenamiento sobre las proteínas (15). El menor contenido





de humedad y de actividad de agua en las leches en polvo son condiciones que favorecen la reacción de Maillard. Este es el fenómeno más importante que causa pardeamiento de los lácteos en polvo. Esto ocurre al reaccionar aminoácidos con azúcares reductores como la lactosa (8). Este fenómeno depende de la composición, intensidad del proceso térmico y almacenamiento (tiempo, temperatura y humedad relativa). En la reacción de Maillard, los productos intermedios de Amadori forman enlaces cruzados entre proteínas u otros grupos de aminoácidos y dan lugar a agregados poliméricos llamados productos finales de glicación avanzada que conducen a una pérdida irreversible de lisina y afecta además adversamente el color y sabor de las leches (13). Los antecedentes planteados indican que en general la leche sometida a pasteurización y almacenada en condiciones adecuadas experimenta leves cambios en su calidad nutricional, no observándose mayores modificaciones de la proteína láctea con una reducida pérdida de compuestos termosensibles.

TENDENCIAS EN EL DESARROLLO DE LÁCTEOS FUNCIONALES

La evidencia científica actual respalda el consumo de leche y productos lácteos dentro de una dieta balanceada. En este contexto, existe abundante información científica que muestra que el consumo regular de lácteos aporta micro y macronutrientes, especialmente en la infancia, fase crítica para el desarrollo muscular y óseo. Sumado a esto existe evidencia preliminar que sugiere un efecto protector de la leche contra el sobrepeso, obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares. En general, la literatura actual sugiere que un apropiado consumo de leche y productos lácteos (guías nutricionales actualizadas) es recomendable en todos los grupos etarios, con excepción de condiciones médicas específicas (18).

La leche presenta algunos componentes como son los péptidos bioactivos, calcio, y

algunos ácidos grasos como el ácido linoleico conjugado (CLA), que podrían contribuir a la prevención de enfermedades como obesidad, hipertensión, cáncer y diabetes. Sumado a ello, los lácteos permiten la adición y/o enriquecimiento con nutrientes y no nutrientes de interés funcional, destacando los probióticos, prebióticos, ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPICL) n-3, fitoesteroles, proteínas básicas de la leche (MBP), entre otros. De estos alimentos, los lácteos fermentados o con adición de probióticos corresponden a la categoría con mayor desarrollo, debido a sus efectos positivos para la salud intestinal y el sistema inmune. Dado el elevado consumo y versatilidad que tienen los productos lácteos, estos resultan en la matriz ideal para el desarrollo de productos funcionales (19).

Los probióticos son microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren un beneficio para la salud del huésped (20). Estos se encuentran disponibles en el mercado como suplementos dietarios o como parte de alimentos funcionales, principalmente en productos lácteos fermentados que incorporan leche en polvo, como kéfir y yogurt (21). En un estudio transversal, aleatorizado, doble ciego, hombres jóvenes aparentemente sanos (n=14) recibieron 400 g/d de yogurt con probióticos (*Lactobacillus rhamnosus* GG) o leche acidificada (con d-(+)-glucono- δ -lactona; 2%) durante dos semanas. Luego de dicho período, se evaluó la respuesta postprandial a una comida alta en grasas, que se espera genere un estado proinflamatorio transitorio. Al final de la intervención, los sujetos presentaron menores niveles circulantes de citoquinas proinflamatorias (interleuquina-6;

IL-6 y factor de necrosis tumoral alfa; TNF- α) comparado con la línea de base (22). También se ha descrito, en distintos modelos, que los lácteos fermentados y las cepas probióticas provenientes de estos, podrían tener un efecto favorable en la prevención del desarrollo de algunas alergias (23,24).

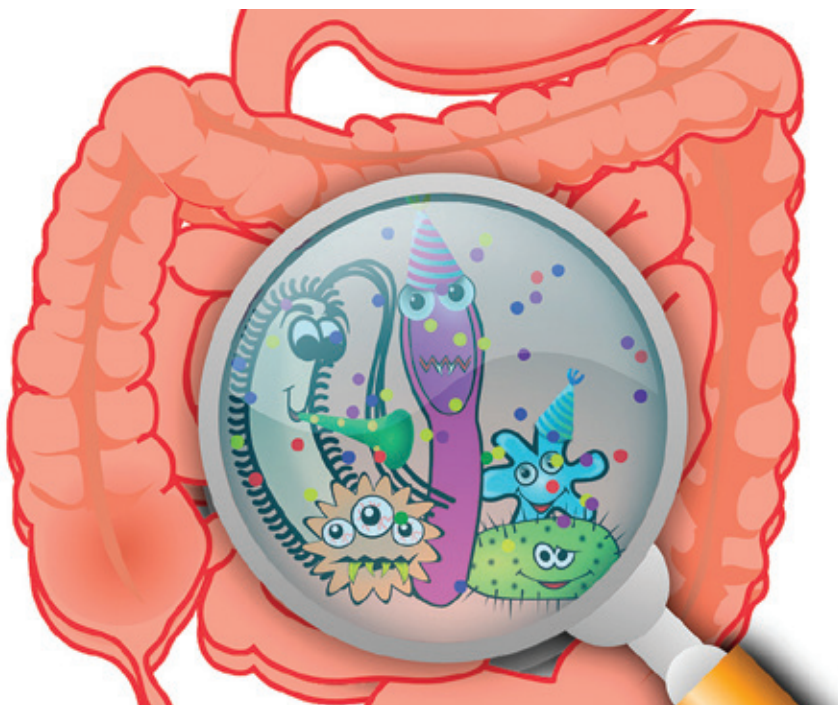
Otra opción en el desarrollo de lácteos funcionales en base a leche en polvo es la incorporación de prebióticos. Los prebióticos se definen como “sustratos que son selectivamente utilizados por los microorganismos del huésped otorgando beneficios para la salud”, destacando algunas fibras solubles fermentables, oligosacáridos, almidón resistente, inulina, entre otros (25). Los prebióticos también se encuentran presentes en una gran variedad de lácteos funcionales, favoreciendo el control del apetito, y otorgando beneficios cardiometabólicos, de salud mental y ósea, y a nivel del tracto gastrointestinal (25,26). La fermentación colónica de los prebióticos favorece la actividad de la microbiota intestinal, además de generar ácidos grasos de cadena corta con actividad biológica (26), los cuales han mostrado efecto en la disminución de peso corporal, control de glicemia, disminución de inflamación a nivel intestinal, entre otros (27).

Existe otra gama de productos lácteos (leche en polvo como ingrediente) con adición de AGPICL n-3, principalmente: yogurt, leches, bebidas lácteas, mantequillas, entre otros (28), los cuales, mayoritariamente, están dirigidos a mejorar la salud cardiovascular de quienes los consumen (29,30). Estos ácidos grasos son principalmente el ácido eicosapentaenoico (C20:5 n-3; EPA) y ácido docosahexaenoico (C22:6 n-3; DHA). Los AGPICL

n-3, además de tener beneficios cardiometabólicos, son fundamentales para el desarrollo del sistema nervioso central y de la retina durante la gestación y desarrollo en la infancia (31). De hecho, se ha descrito que la ingesta de productos fuente de AGPICL n-3 durante el embarazo y lactancia, aumenta el contenido de DHA en la leche materna (32), y se asocia positivamente con el desarrollo neurológico de su descendencia (33). Mujeres que consumieron una bebida láctea enriquecida con 60 mg/porción de DHA y 14 mg/porción de EPA durante el embarazo y lactancia, presentaron un aumento en la concentración de EPA y DHA en los fosfolípidos de membrana de los eritrocitos y en la leche materna, lo que sugiere que los productos lácteos serían un buen vehículo para aumentar la ingesta de AGPICL n-3 en esta etapa (34).

La salud cardiovascular es una preocupación permanente en nuestra sociedad. En ese campo, se

han formulado lácteos funcionales con adición de fitoesteres, grupo de compuestos esteroideos, lipofílicos, de origen vegetal, conformado por esterol y estanol. Los más representativos son β -sitosterol, sitostanol, campesterol y stigmasterol (35). Estos compuestos han sido incorporados a lácteos funcionales con el fin de contribuir a prevenir la hipercolesterolemia. Esta condición se caracteriza por un elevado nivel de colesterol total y de colesterol LDL que son uno de los mayores factores de riesgo para el desarrollo de cardiopatía coronaria. Se ha reportado que los fitoesteres son una alternativa viable para el tratamiento de hipercolesterolemia sobre todo en personas con niveles de 200-240 mg/dL de colesterol total (36). En un reciente meta-análisis que analizó 31 estudios donde hubo fortificación de productos lácteos con fitoesteres, se encontró que el consumo de estos alimentos se asoció a una disminución de hasta 6-12% en el colesterol LDL. Las conclusiones de



este estudio confirman que el uso de fitoesteroles es una alternativa viable para su indicación en sujetos moderadamente hiperlipidémicos, ya que mejora los biomarcadores de riesgo cardiovascular con una respuesta dosis dependiente (37).

PROGRAMAS ESTATALES DE USO DE LECHE EN POLVO, EL CASO CHILENO

La leche es una excelente fuente de macronutrientes y micronutrientes para promover una adecuada nutrición. La leche contiene proteína de alta calidad y vitaminas y minerales en una matriz que otorga mayor biodisponibilidad, incluyendo calcio, vitamina A, riboflavina y vitamina B12 (38). Sin embargo, no fue hasta la década del 70 que se comenzó a emplear este alimento como estrategia para disminuir las altas tasas de desnutrición y mortalidad infantil. Para abordar esta situación el Estado de Chile establece en año 1970 la política del medio litro de leche semidescremada a menores de 15 años, la que sería reemplazada en el año 1974 por la leche entera en polvo Purita, dentro del Programa Nacional de Alimentación Complementaria (PNAC). A partir de 1987 este beneficio se hace universal para menores de 6 años y embarazadas y desde el año



2000 se fortifica la leche Purita con hierro, zinc, cobre y ácido ascórbico, enfocada en niños menores a 18 meses de edad (39). Los resultados de esta intervención mostraron que lactantes que consumieron la leche fortificada presentaron un 7% de anémicos en relación al 35,3% de niños que consumieron leche control (40). Para mejorar la biodisponibilidad del hierro, se diseñó una nueva formulación que contenía 15 mg de hierro y 100 mg de ácido ascórbico. Esto se tradujo en que los niños que recibieron esta leche mostraron solo un 2,5% de anemia a los 15 meses de edad versus un 25,7% del grupo control. Esta misma tendencia se

observó en estudios posteriores que evaluaron modificaciones en la fortificación de la leche (41). Esta información recalca que las leches enteras o semidescremadas en polvo fortificadas con hierro y ácido ascórbico son altamente efectivas en la prevención de deficiencias de hierro. Las leches en polvo representan alimentos de menor costo, con adecuada aceptabilidad por parte de los consumidores y con una capacidad productiva ya instalada. Esto muestra la factibilidad de usar este vehículo en países de la región que aún tienen elevadas prevalencias de anemia en la población.

Conclusiones

La leche contiene nutrientes que son esenciales para el humano como proteínas, carbohidratos, AGPCL, vitaminas del grupo B, vitamina A y D, y minerales como P y Ca. La industria lechera utiliza múltiples alternativas tecnológicas para asegurar la inocuidad del producto y para extender su vida útil. Dentro de los tratamientos más usados para fabricar la leche en polvo, tenemos a la pasteurización y el secado por atomización. La literatura indica que podrían existir mínimas pérdidas de vitaminas del grupo B durante el proceso de pasteurización y secado por atomización. Una vez almacenado el producto es clave controlar los factores ambientales (calor, luz, humedad ambiental) de tal forma de evitar el deterioro de la leche. En general, las tecnologías de alimentos permiten extender en gran medida la vida útil de la leche en polvo manteniendo sus propiedades nutricionales. De esta forma, la gran versatilidad en el uso de leches en polvo favorece el acceso de un amplio grupo poblacional a esta gama de alimentos.

Referencias

1. Bezie A. The Effect of Different Heat Treatment on the Nutritional Value of Milk and Milk Products and Shelf Life of Milk Products. A Review. J Dairy Vet Sci. 2019;11(5).
2. Harwood WS, Drake MA. Manufacture of milk and whey products: Impact of processing on sensory characteristics of milk and dairy products [Internet]. Vol. 5, Encyclopedia of Dairy Sciences: Third edition. Elsevier; 2021. 103–117 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00110-0>
3. Borad SC, Kumar A, Singh AK. Effect of processing on nutritive values of milk protein. Crit Rev Food Sci Nutr [Internet]. 2017;57(17):3690–702. Available from: <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1160361>
4. McKenna AB. Effect of processing and storage on the reconstitution properties of whole milk and ultrafiltered skim milk powders: thesis presented in partial fulfilment of the requirement for the degree of Doctor of Philosophy in Food Technology. 2000;
5. Moejes SN, van Boxtel AJB. Energy saving potential of emerging technologies in milk powder production. Trends Food Sci Technol [Internet]. 2017;60:31–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.023>
6. McCarthy NA, Magan JB, Kelleher CM, Kelly AL, O'Mahony JA, Murphy EG. Heat treatment of milk: Effect on concentrate viscosity, powder manufacture and end-product functionality. Int Dairy J [Internet]. 2022;128:105289. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105289>
7. Çopur ÖU, İncedayı B, Karabacak AÖ. Technology and Nutritional Value of Powdered Drinks. Production and Management of Beverages. 2019. 47–83 p.
8. MacBean R. Packaging and the Shelf Life of Yogurt. Food Packag Shelf Life. 2009;143–56.
9. Vega C, Roos YH. Invited review: Spray-dried dairy and dairy-like emulsions - Compositional considerations. J Dairy Sci. 2006;89(2):383–401.
10. Food and Agriculture Organization. Codex General Standard for the Use of Dairy Terms. CODEX STAN 206-1999. 1999.
11. Ministerio de Salud (Minsal). Reglamento Sanitario de los Alimentos. (2022). D. S 977/96. Chile. 2022;
12. Yaakub NM, Zainil HM, Xiang LJ. Effect of spray drying temperature differences on the gross nutritional composition and solubility and sinkability of goat milk powder. J Bangladesh Agric Univ. 2019;17(2):206–10.
13. Phosanam A, Chandrapala J, Zisu B, Adhikari B. Storage stability of powdered dairy ingredients: a review. Dry Technol [Internet]. 2021;39(11):1529–53. Available from: <https://doi.org/10.1080/07373937.2021.1910955>
14. Kailasapathy K. Chemical Composition, Physical, and Functional Properties of Milk and Milk Ingredients. Definition of milk and safe processing of milk at the farm milk as a food. Dairy Process Qual Assur. 2016;77–105.
15. Guzmán C E, De Pablo V S, Yáñez G CG, Zacarías H I, Nieto K S. Comparative study of the quality of processed stored milks. Rev Chil pediatría [Internet]. 2003;74(3):277–86. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062003000300005&lng=en&nrm=iso&tlng=en%0Ahttp://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0370-41062003000300005&lng=en&nrm=iso&tlng=en
16. Kilic-Akyilmaz M, Ozer B, Bulat T, Topcu A. Effect of heat treatment on micronutrients, fatty acids and some bioactive components of milk. Int Dairy J [Internet]. 2022;126:105231. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105231>
17. Barraquío VL. Which Milk is Fresh ? Heat Treatment Processes Applied to Milk and Reproduced from International J . Dairy Science & Processing 1 : 201 , 1-6 (2014). Virginia L . Barraquío : Participant of the 3rd UM , 1975-1976. Int J Dairy Sci Process. 2014;6:1–6.

Referencias

18. Marangoni F, Pellegrino L, Verduci E, Chiselli A, Bernabei R, Calvani R, et al. Cow's Milk Consumption and Health: A Health Professional's Guide. *J Am Coll Nutr* [Internet]. 2019;38(3):197–208. Available from: <https://doi.org/10.1080/07315724.2018.1491016>
19. Bustamante A, Echeverría F, Jiménez P, García P. Avances en lácteos funcionales. In: Valenzuela R, editor. *Lácteos, Nutrición y Salud* [Internet]. Santiago de Chile: Consorcio lechero; 2020. p. 111–24. Available from: https://www.consorciolechero.cl/wp-content/uploads/2021/10/c8_lacteos-funcionales.pdf
20. Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B, et al. Expert consensus document: The international scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2014;11(8):506–14.
21. Roy D. Fecal microbiota and probiotic yogurt intake. In: *Yogurt in Health and Disease Prevention* [Internet]. Elsevier Inc; 2017. p. 237–58. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00013-4>
22. Burton KJ, Rosikiewicz M, Pimentel G, Bütikofer U, Von Ah U, Voirol MJ, et al. Probiotic yogurt and acidified milk similarly reduce postprandial inflammation and both alter the gut microbiota of healthy, young men. *Br J Nutr*. 2017;117(9):1312–22.
23. Shoda T, Futamura M, Yang L, Narita M, Saito H, Ohya Y. Yogurt consumption in infancy is inversely associated with atopic dermatitis and food sensitization at 5 years of age: A hospital-based birth cohort study. *J Dermatol Sci* [Internet]. 2017;86(2):90–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdermsci.2017.01.006>
24. Fu L, Fu S, Wang C, Xie M, Wang Y. Yogurt-sourced probiotic bacteria alleviate shrimp tropomyosin-induced allergic mucosal disorders, potentially through microbiota and metabolism modifications. *Allergol Int* [Internet]. 2019;68(4):506–14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.alit.2019.05.013>
25. Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME, Prescott SL, Reimer RA, Salminen SJ, et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. Vol. 14, *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*. Nature Publishing Group; 2017. p. 491–502.
26. Prasanna PHP, Rastall RA. Potential applications of prebiotics to yogurt and impact on health. In: *Yogurt in Health and Disease Prevention*. Elsevier; 2017. p. 171–82.
27. Koh A, De Vadder F, Kovatcheva-Datchary P, Bäckhed F. From dietary fiber to host physiology: Short-chain fatty acids as key bacterial metabolites. Vol. 165, *Cell*. Cell Press; 2016. p. 1332–45.
28. Global Market for EPA/DHA Omega-3 Products [Internet]. 2012 [cited 2020 Jan 20]. Available from: www.packagedfacts.com
29. Dawczynski C, Massey KA, Ness C, Kiehntopf M, Stepanow S, Platzer M, et al. Randomized placebo-controlled intervention with n-3 LC-PUFA-supplemented yoghurt: Effects on circulating eicosanoids and cardiovascular risk factors. *Clin Nutr*. 2013 Oct;32(5):686–96.
30. Ghorbanzade T, Jafari SM, Akhavan S, Hadavi R. Nano-encapsulation of fish oil in nano-liposomes and its application in fortification of yogurt. *Food Chem*. 2017 Feb 1;216:146–52.
31. Echeverría F, Valenzuela R, Catalina Hernandez-Rodas M, Valenzuela A. Docosahexaenoic acid (DHA), a fundamental fatty acid for the brain: New dietary sources. *Prostaglandins Leukot Essent Fat Acids*. 2017;124.
32. Cimatti AC, Martini S, Munarini A, Zioutas M, Vitali F, Aceti A, et al. Maternal Supplementation With Krill Oil During Breastfeeding and Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids (LCPUFAs) Composition of Human Milk: A Feasibility Study. *Front Pediatr* [Internet]. 2018 Dec 20 [cited 2020 Jan 20];6. Available from: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fped.2018.00407/full>

Referencias

33. Ogaz-González R, Mérida-Ortega Á, Torres-Sánchez L, Schnaas L, Hernández-Alcaraz C, Cebrián ME, et al. Maternal dietary intake of polyunsaturated fatty acids modifies association between prenatal DDT exposure and child neurodevelopment: A cohort study. *Environ Pollut*. 2018 Jul 1;238:698–705.
34. Atalah S E, Araya B M, Rosselot P G, Araya L H, Vera A G, Andreu R R, et al. [Consumption of a DHA-enriched milk drink by pregnant and lactating women, on the fatty acid composition of red blood cells, breast milk, and in the newborn]. *Arch Latinoam Nutr* [Internet]. 2009 Sep [cited 2020 Jan 20];59(3):271–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19886512>
35. Rodríguez-Pérez C, Pimentel-Moral S, Ochando-Pulido J. New Trends and Perspectives in Functional Dairy-Based Beverages [Internet]. *Milk-Based Beverages*. Elsevier Inc.; 2019. 95–138 p. Available from: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815504-2.00004-9>
36. Zhu H, Chen J, He Z, Hao W, Liu J, Kwek E, et al. Plasma cholesterol-lowering activity of soybean germ phytosterols. *Nutrients*. 2019;11(1):1–18.
37. Soto-Méndez MJ, Rangel-Huerta OD, Ruiz-López MD, Martínez de Victoria E, Anguita-Ruiz A, Gil A. Role of Functional Fortified Dairy Products in Cardiometabolic Health: A Systematic Review and Meta-analyses of Randomized Clinical Trials. *Adv Nutr*. 2018;10(2):S251–71.
38. Iannotti L, Muehlhoff E, McMahon D. Review of milk and dairy programmes affecting nutrition. *J Dev Eff*. 2013;5(1):82–115.
39. Pizarro F, Olivares M, Miguel G. Chile y la experiencia de leche purita. In: Valenzuela R, editor. *Lácteos, Nutrición y Salud* [Internet]. Santiago de Chile: Consorcio lechero; 2020. p. 398. Available from: https://consorciolechero.cl/libro-capitulo/LNS_SI_C30_Leche_Purita.pdf
40. Stekel A, Olivares M, Cayazzo M, Chadud P, Llaguno S, Pizarro F. Prevention of iron deficiency by milk fortification. II A field trial with a full-fat acidified milk. *Am J Clin Nutr*. 1988;47(2):265–9.
41. Brito A, Olivares M, Pizarro T, Rodríguez L, Hertrampf E. Chilean Complementary Feeding Program reduces anemia and improves iron status in children aged 11 to 18 months. *Food Nutr Bull*. 2013;34(4):378–85.

Cada vez más cerca

para aprender y conversar de nutrición



942 081 893



labuenanutricion-gloria



@labuenanutricion_gloria

labuenanutricion.com



La Buena
Nu**rición**

— Revista para Profesionales de la Salud