

Bioquímica nutricional de la leche

Nutritional biochemistry of milk

Teresa Herrera¹ - Robinson Cruz²

¹Licenciado en nutrición. Consulta Particular.

²Licenciado en nutrición. Director Instituto IIDENUT.

E-mail: teresaherreranutricion@hotmail.com

E-mail: robinson.cruz@iidenut.org

Capacidades adquiridas: Al finalizar el artículo, los lectores podrán:

- Describir las legislación nacional e internacional alrededor de la leche
- Describir los componentes nutricionales más importantes de la leche
- Resolver las controversias más importantes relacionadas con el consumo de leche

Resumen

La leche es un producto habitual en la canasta familiar de la mayoría de los hogares en América Latina. Nutricionalmente, es un alimento de características reconocidas y de fácil acceso. No obstante, la leche también presenta una amplia lista de ideas controversiales relacionadas con su consumo. Por esta razón, el objetivo del presente artículo es revisar tanto los aspectos positivos como aquellos controversiales asociados con el consumo de este alimento.

Palabras Clave: leche, caseínas, proteínas del suero, alergia, microsangrados.

Summary

Milk is a common product in the family basket of most households in Latin America. Nutritionally, it is a food with recognized characteristics and easy access. However, milk also presents a long list of controversial ideas related to its consumption. For this reason, the objective of this article is to review both the positive and controversial aspects associated with the consumption of this food.

Palabras Clave: milk, casein, serum proteins, allergy, microbleeds

1. Introducción

La leche es un alimento habitual en la dieta de los pobladores de buena parte del mundo. Sus características nutricionales particulares, algunas de las cuáles solo le pertenecen a la leche; su consistencia líquida que facilita su consumo; y la relativa comodidad con la que puede ser transportada son factores que contribuyeron desde siglos atrás a que sea considerada un alimento particularmente especial.

La leche forma parte de la dieta del hombre desde hace aproximadamente unos 10 mil años. El ganado vacuno no fue la primera especie productora de leche en ser domesticada; lo fueron las ovejas y las cabras alrededor del año 8 mil antes de Cristo. La vaca fue domesticada unos 2 mil años después y su leche logró aquello que la leche de sus antecesoras no pudo: que su consumo tuviera alcance global (1,2) (tabla 1).

Tabla 1. Fecha y lugar de domesticación de especies productoras de leche

Especie	Fecha	Lugar
Oveja	8 000 a.C.	Suroeste de Asia
Cabra	8 000 a.C.	Suroeste de Asia
Vaca	6 000 a.C.	Suroeste de Asia, India, norte de Africa
Caballo	4 000 a.C.	Ucrania
Burro	4 000 a.C.	Egipto
Búfala de la India	4 000 a.C.	China

Fuente: Referencia 1

Según la Federación Latinoamericana de la Leche (FEPALE) (3) el consumo promedio de leche por persona por año debería fluctuar alrededor de 150 litros. En este contexto, solo Uruguay, Argentina y Costa Rica superarían este consumo mínimo; Perú se encontraría en las 4 últimas posiciones con un consumo ligeramente superior a los 50 litros per capita; mientras que Bolivia sería el país latinoamericano con menor consumo de leche (figura 1). No obstante, habría que analizar si realmente hemos dejado de consumir leche o hemos pasado a consumir otros productos. En España (4), por ejemplo, entre el año 2000 y 2008 se registró una caída de aproximadamente 12% en el consumo de leche líquida, lo cual a juicio de los expertos podría representar un problema de Nutrición Pública importante: sin embargo, no se ha tomado en cuenta el incremento significativo de productos derivados de la leche como lácteos fermentado, batidos, quesos, yogures entre otros; esto a la larga podría configurar un problema diferente: en ciertas edades los niños podrían estar recibiendo más de 4 raciones de lácteos lo cual está asociado a un mayor consumo de proteína.

Ahora bien, así como existe preocupación por una ingesta elevada proteína a partir del consumo de leche y/o sus derivados, también existe una larga lista de temas controversiales alrededor de su consumo: la posibilidad de producir cáncer, la interferencia del calcio lácteo en la absorción del hierro, la capacidad alergénica de la leche, la asociación leche intolerancia a la lactosa, la edad de introducción de lácteos en la dieta de infantes; entre otros temas. Vale decir que muchos de estos temas o están mal planteados o no cuentan con la suficiente evidencia científica como para ser tomados en serio; lamentablemente, el auge de las redes sociales y el internet ha permitido que cualquier con acceso libre a estos medios de comunicación puede presentar opiniones personales que normalmente están sesgadas por prejuicios personales, religiosos y hasta económicos.

Por lo expuesto, la presente POSICIÓN CIENTÍFICA E INSTITUCIONAL tiene como objetivo describir bioquímica, nutricional y clínicamente las características de la leche de vaca.



2. Legislación en relación a la leche

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO), el Codex Alimentarius o Código de Alimentación es la compilación de todas las Normas, Códigos de Comportamiento, Directrices y Recomendaciones elaboradas por la Comisión del Codex Alimentarius. Su objetivo es proteger la salud de los consumidores a través de la estandarización universal de las normas de alimentación. Sus normas se conocen como Codex Estándares o Codex Stan. Cabe recordar que las Codex Stan no son de aplicación imperativa, no obstante, existe pleno acuerdo en relación a que si en un país, no existe normativa sobre una tema en particular, se debe utilizar con referencia final, lo que dice el Codex Alimentarius.

De acuerdo con el Codex Standard 206-1999: Norma General para el uso de Términos Lecheros O CODEX STAN 2006-1999 (5) se entiende por Términos Lecheros a los nombres, denominaciones, símbolos, representaciones gráficas u otras formas que sugieren o hacen

referencia, directa o indirectamente, a la leche o los productos lácteos (tabla 2)

De las definiciones de la tabla 2, se desprende que el único alimento que puede ser considerado como leche es aquello que se extrae de las glándulas mamarias de animales, por lo tanto, las llamadas “leche de arroz”, “leche de soya”, “leche de almendras” “leche de ajonjolí” y cualquier licuado parecido no debe ser considerado por motivo alguno leche. Lamentablemente, existe una idea erróneamente generalizada en relación a que cualquier producto líquido de color blanquecino puede ser llamado leche. Esto ha creado confusión a todo nivel, llegando incluso muchos profesionales de la salud a equiparar el valor nutricional de estos elementos con la leche y/o sus derivados. En este contexto, un producto lácteo es lo que normalmente denominamos derivados lácteos; mientras que el producto lácteo compuesto es aquel producto lácteo al cual se le ha agregado elementos que pueden contribuir a mejorar su valor nutricional sin modificar los constituyentes principales de la leche.

Tabla 2. Términos lecheros oficiales según Codex Alimentarius

TERMINO LECHERO	DEFINICIÓN
Leche	Es la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior
Producto lácteo	Es un producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración.
Producto lácteo compuesto	Es un producto en el cual la leche, productos lácteos o los constituyentes de la leche son una parte esencial en términos cuantitativos en el producto final tal como se consume, siempre y cuando los constituyentes no derivados de la leche no estén destinados a sustituir totalmente o en parte a cualquiera de los constituyentes de la leche.
Producto lácteo reconstituido	Es el producto lácteo resultante de la adición de agua a la forma deshidratada o concentrada del producto en la cantidad necesaria para restablecer la proporción apropiada del agua respecto del extracto seco.
Producto lácteo recombinado	Es el producto resultante de la combinación de materia grasa de la leche y del extracto seco magro de la leche en sus formas conservadas, con o sin la adición de agua para obtener la composición apropiada del producto lácteo

Fuente: Referencia 5

En el Perú, la Norma Técnica Peruana (NTP) también incluye definiciones específicas para describir a la leche. Según la NTP 202.001.2003 (6), "la leche es el producto íntegro de la secreción mamaria normal sin adición ni sustracción alguna y que ha sido obtenida mediante el ordeño. La designación de "leche" sin especificación de la especie productora, corresponde exclusivamente a la leche de vaca. A las leches obtenidas de otras especies les corresponde, la denominación de leche, pero seguida de la especificación del animal productor".

3. Componentes nutricionales de la leche de vaca

La leche es una bebida cuyas ventajas nutricionales son ampliamente reconocidas. Sus características organolépticas y la alta calidad de sus componentes la convierten en un alimento presente en la mayor parte de guías de alimentación alrededor del mundo. No obstante lo citado, muchas de las ventajas nutricionales de la leche pueden ser obtenidas a partir del consumo de otros alimentos; un

número pequeño de estas características y no por eso menos importantes, son patrimonio exclusivo de esta bebida. La importancia nutricional de la leche descansa en 5 elementos:

- i) Su fracción proteica (incluida la proteína de la membrana del glóbulo de grasa o MFGM)
- ii) su fracción lipídica,
- iii) su contenido de lactosa
- iv) su contenido de calcio
- v) Componentes bioactivos de la MFGM

De estas características, la que más viene siendo manipulada es el contenido de ácidos grasos saturados; esto se viene haciendo a través de la manipulación del consumo de alimento del animal, de la manipulación de los cruces raciales o la manipulación genética.

APORTE DE ENERGÍA

La energía se obtiene como producto de la metabolización de macronutrientes, por esta razón, el aporte de energía de las diferentes

especies de mamíferos lecheros variará en función del contenido de grasa, proteína y carbohidratos; sin embargo, el contenido de grasa es el principal determinante del aporte energético de una leche. En este contexto, la

leche de búfalo, oveja y reno son las que mayor cantidad de energía aportan por su elevado contenido de grasa si se les compara con los demás tipos de leche (tabla 3).

Tabla 3. Contenido de materia sólida de la leche de diferentes especies de mamíferos

ESPECIE	GRASA (g%)	ROTEINA (g%)	SÓLIDOS TOTALES (g%)
Humana	3.75	1.63	12.57
Vacuna	3.70	3.50	12.8
Búfalo de agua	7.45	3.78	16.77
Cebú	4.97	3.18	13.45
Caprina	4.25	3.52	13.00
Ovina	7.90	5.23	19.29
Asnal	1.10	1.60	9.60
Caballar	1.70	2.10	10.50
Camélida	4.10	3.40	12.80
Reno	12.46	10.30	36.70

Fuente: Referencia 1

Ahora bien, en el caso específico de la leche de vaca el contenido de grasa y de proteína puede variar por diferentes factores: consumo de forraje del animal, consumo de concentrado, consumo de proteína dietaria o tiempo de ordeño; el contenido de lactosa es normalmente poco variable. Sin embargo, la industria estandariza el contenido de macronutrientes para que los consumidores puedan recibir una leche de características similares.

APORTE DE PROTEÍNA

La leche de vaca presenta un contenido de proteína que fluctúa entre los 3.5 – 4 g/100ml, algo que la diferencia significativamente del contenido proteico de la leche humana, que apenas alcanza 1 g/100ml, lo cual no es negativo debido a las particularidades bioquímicas y nutricionales de la proteína de la leche humana.

LAS CASEÍNAS. Constituyen el 78% de las proteínas de la leche de vaca. Las caseínas se encuentran formando una estructura sólida y

esponjosa de gran tamaño molecular. Estas caseínas pueden generar microsangrados a nivel intestinal cuando son introducidas en la alimentación de niños menores de 01 año de edad a través del consumo de leche entera de vaca. En el caso de la leche humana, su contenido de caseína solo alcanza el 40% del total de proteínas, mientras que el 60% restante se encuentra bajo la forma de proteína líquida; es representa un beneficio importante de reseñar, tanto para la integridad del epitelio intestinal como para los procesos digestivos del lactante. Las caseínas se clasifican en función de su movilidad electroforética y son responsables de la respuesta de la leche frente a diversos procesos industriales relacionados con la obtención de derivados lácteos, como el queso. En función de sus características físicas, las caseínas se pueden agrupar en 4 categorías: α , β , κ , γ (7).

LAS PROTEÍNAS DEL SUERO. Representante el 20% del total de proteínas de la leche de vaca. Las proteínas del suero se mantienen permanentemente en solución por lo cual su digestibilidad es mucho mayor y más fácil que aquella de las caseínas. Este aspecto es

particularmente importante sobre todo en la lactancia materna, debido a que la leche humana contiene hasta un 60% de su proteína bajo la forma de proteínas de suero. Las proteínas del lactosuero vacuno se utilizan principalmente para la fabricación de fórmulas lácteas infantiles, preparaciones alimenticias y como hidrogeles que sirven para la encapsulación y liberación controlada de sustancias bioactivas. Las proteínas del suero incluyen a

las alfa y beta lactoglobulinas, la fracción proteosa-peptona, la inmunoglobulinas G, M y A, la albúmina del suero y la lactoferrina (7).

LAS PROTEÍNAS DE LA MEMBRANA DEL GLÓBULO DE GRASA (MFGM). se encuentran rodeando las gotas de grasa haciéndolas solubles en el medio acuoso de la leche.

Tabla 4. Tipos de proteínas presentes en la leche de vaca

	ABREVIATURA	G/L	%
Caseinas		28.0	78.0
αs1-Caseina	αs1-CN	12,4	34.7
αs2-Caseina	αs2-CN	3.0	8.3
β-Caseina	β-CN	7.0	19.0
κ-Caseina	κ-CN	4.2	12
γ-Caseina	γ-CN	1.4	4
Proteinas del lactosuero		7.2	20.0
β-lactoglobulina	β-LG	4.2	11.7
α-lactoalbúmina	α-LA	1.1	3.0
Fracción proteosa-peptona	PP	0.8	2.2
Inmunoglobulina G	IgG	0.6	1.7
Inmuoglobulina M	IgM	0.09	0.25
Inmunoglobulina A	IgA	0.01	0.027
Albúmina desuero	AS	0.3	0.83
Lactoferrina	LF	0.1	0.27
Proteinas MFGM		0.7	2.0

Fuente: Referencia 7

PEPTIDOS BIOACTIVOS DERIVADOS DE LA DIGESTIÓN DE LA PROTEINA LACTEA.

La digestión de la proteína de la leche de vaca no solo origina aminoácidos libres, si no también una gran variedad de dipéptidos y tripéptidos con propiedades funcionales específicas tanto a nivel local gastrointestinal como a nivel sistémico (8).

Las caseinas son la mayor fuente de péptidos con propiedades biológicas. Entre algunos de los péptidos liberados a partir de caseinas podemos citar: la **α-casomorfina**, **casoquinina**, **casoxinas**, **caseinomacropéptidos** entre otros. Estos pueden presentar efectos a nivel gastrointestinal, inmunomodular y antimicrobiano o sobre el sistema cardiovascular (8).

Las proteínas del suero son una fuente menor de péptidos funcionales. Entre algunos de los más importantes se pueden señalar a: alfa y beta lactorfina, lactoferrina, lactoperoxidasas. Se ha descrito que estos péptidos pueden presentar actividad anticancerosa e inmunomoduladora (8).

CALIDAD NUTRICIONAL DE LA PROTEINA LACTEA

En la actualidad, la calidad de una proteína se determina a partir de la valoración de dos parámetros: su valor biológico y el score de aminoácidos corregido por la digestibilidad proteica o PDCAAS (por sus siglas en inglés para "protein digestibility corrected amino acid

score"). El valor biológico informa sobre la composición de aminoácidos de una proteína; si está posee todos los aminoácidos esenciales en la cantidad suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de un individuo. El PDCAAS informa sobre la cantidad de ese aminoácido que ha sido realmente incorporado al cuerpo. Una proteína de buena calidad

nutricional debería tener un valor biológico superior al 95% y un PDCAAS mayor al 90%, por lo menos. La proteína del huevo es una proteína ideal, 100% de valor biológico y 97% de PDCAAS. La proteína de la leche de vaca se ubica en segundo lugar, 100% de valor biológico y 95% de PDCAAS (9) (Tabla 5).

Tabla 5. Valor nutricional de según grupo alimentario.

Grupo alimentario	Score %	PDCAAS %	Primer aminoácido limitante
Lácteos	100	95	No tiene
Huevo	100	97	No tiene
Carnes (aves, res, pescado, mariscos, cerdos)	100	94	No tiene
Cereales y derivados	68	58	Lisina
Frutas	75	64	Lisina
Verduras	88	73	Histidina
Menestras	95-100	<80%	Azufrados
Tubérculos	89	74	Histidina y azufrados

Fuente: Modificado de Referencia 9

APORTE DE LÍPIDOS

El contenido de lípidos de la leche de vaca fluctúa entre 3.5 – 4.5 g/100ml y es el componente de la leche que más ha sido manipulado por la industria. La grasa de la leche bovina es considerada como una de las grasas de origen natural más complejas que existen; se ha demostrado que contiene más de 400 diferentes tipos de ácidos grasos que, aunque en concentraciones menores al 0.1%, presentan propiedades fisiológicas interesantes.

El 98% de los lípidos de la leche de vaca se encuentran bajo la forma de triglicéridos (glicerol más 3 ácidos grasos) y el 2% restante está integrado por ácidos grasos libres saturados (AGS) e insaturados (AGI) con diferente longitud de cadena, colesterol

vitaminas liposolubles y lípidos estructurales (fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina, fosfatidilinositol, y fosfatidilserina y esfingomielina).

Los ácidos grasos libres más abundantes en la leche de vaca son los saturados palmítico de 16 carbonos, mirístico de 14 carbonos y esteárico de 18 carbonos. Según la información disponible a partir de investigaciones sobre el potencial aterogénico de los AGS provenientes de diferentes alimentos, se ha demostrado que el AGS mirístico es el que posee mayor potencial aterogénico seguido del laúrico y el palmítico (10). Sin embargo, no existen pruebas que el consumo de leche de vaca incremente los niveles de colesterol, por el contrario, la presencia de factores protectores como el ácido linoleico conjugado (C18:2 cis-9 trans-11) son reconocidos por su efecto positivo sobre el control del colesterol en sangre (7).

Tabla 6. Algunos ácidos grasos presentes en la leche de vaca

NOMBRE COMÚN	NOMENCLATURA QUÍMICA	%	Carbonos	Enlaces dobles	Estado
Butírico	Butanoico	4.5	4	0	Líquido
Caproico	Hexanoico	2.2	6	0	Sólido
Caprílico	Octanoico	2.5	8	0	Sólido
Caprílico	Decanoico	3.8	10	0	Sólido
Láurico	Dodecanoico	5.0	12	0	Sólido
Mirístico	Tetradecanoico	11.0	14	0	Sólido
Palmítico	Hexadecanoico	25.0	16	0	Sólido
Esteárico	Octadecanoico	7.0	18	0	Sólido
Oleico	Octadecenoico cis-9	3.0	18	1	Sólido
Linoleico	Octadecadienoico cis 9,12	2.0	18	2	Líquido
Linolénico	Octadecatrienoico cis-6,9,12	0.7	18	3	Líquido
Araquidónico	Eicosatetraenoicocis-5,8,9,12	0.7	20	4	Líquido

Fuente: Referencia 7.

El contenido promedio de colesterol de la leche de vaca es de aproximadamente 10-15 mg/dl, cual es casi la mitad del contenido de colesterol

de la leche humana que posee entre 20-25 mg/dl. En relación con la proporción de AGI la leche de vaca

Tabla 7. Composición lipídica de la leche de vaca y humana

COMPOSICIÓN	LECHE HUMANA	LECHE DE VACA
GRASA (%)		
Ácido oléico C18:1, n-9/n-7	36,34	23,00
Ácido linoléico C18:2, N-6	12,55	2,00
Ácido α -linolénico C18:3, n-3	1,01	0,50
Ácido araquidónico C20:4, n-6	0,52	0,30
Ácido eicosapentanoico C20:5, n-3	ND	ND
Ácido docohexanoico C22:6, n-3	0,27	ND
-saturados	41	60,5-70
-monoinsaturados	39,04	25,0
-poliinsaturados	13,56	2,50
-poliinsaturados de cadena larga	1,96	0,30

Fuente: Referencia 11.

APORTE DE LACTOSA

La leche extraída de la glándula mamaria de un mamífero es la única fuente natural de lactosa en la naturaleza. La lactosa es un disacárido, es decir, una azúcar formada por dos azúcares más pequeñas, la glucosa y la galactosa.

Para el caso de la leche de vaca, la lactosa es su principal carbohidrato debido a que su

contenido de oligosacáridos es prácticamente nulo. La leche humana, por el contrario, además de lactosa también posee un contenido importante de oligosacáridos. La leche de vaca contiene 4.9 g/dl de lactosa, una cantidad que no llega a endulzar debidamente a la leche. El poder edulcorante de la lactosa es cinco veces menor que el de la sacarosa (también conocido como azúcar de mesa o azúcar añadida).

Tabla 8. Composición de carbohidratos de la Leche humana y de vaca

COMPOSICIÓN	LECHE HUMANA	LECHE DE VACA
HIDRATOS DE CARBONO (g/dl)	7,7	6,1
- Lactosa (g/dl)	6-6,5	5
- Oligosacáridos y glicopéptidos	1-1,2	0,1

Fuente: Referencia 12.

La lactosa es el principal agente osmótico de la leche, con lo que permite el transporte de agua desde la sangre hacia la glándula mamaria. La leche humana, por ejemplo, tiene un contenido mayor de lactosa que la leche de vaca, por lo cual, la primera posee una mayor cantidad de agua y por ende una menor concentración de minerales. Este efecto es positivo para el lactante alimentado con leche humana porque

la menor concentración de minerales no supera el umbral de solutos que el riñón en desarrollo del recién nacido es capaz de tolerar. La leche entera de vaca, por el contrario, presenta una menor concentración de lactosa y por ende una mayor concentración de solutos; está es una razón adicional por la que debe ser contraindicada como alimento de elección en niños menores de 01 año.

Tabla 9. Composición de minerales de la leche de humana y leche de vaca.

COMPOSICIÓN	LECHE HUMANA	LECHE DE VACA
MINERALES		
Calcio (mg/dl)	34	120
Fósforo (mg/dl)	14	92
Sodio (mEq/dl)	0,7	2,2
Potasio (mEq/dl)	1,3	3,5
Cloruro (mEq/dl)	1,1	2,9
Magnesio (mg/dl)	3	12
Azufre (mg/dl)	14	30
Cromo (ug/dl)	0,03	0,8-1,3
Cobre (ug/dl)	35	30
Zinc	0,24-0,35	0,3-0,5
Iodo (ug/dl)	0,3	4,7
Selenio (ug/dl)	1,3-5,0	0,5-5,0
Hierro (mg/dl)	0,03-0,05	0,04

Fuente: Referencia 11.

Existen individuos intolerantes a la lactosa. Se conoce como intolerancia primaria a aquellos casos en los cuales el sujeto nace sin la capacidad de sintetizar lactosa. La intolerancia secundaria es aquella que se produce por desuso en el consumo de lactosa, a consecuencia del consumo de ciertos medicamentos o por la presencia de una enfermedad (13).

La lactosa es particularmente importante porque el rol que cumple en la absorción del calcio dietario.

La lactosa también tiene un efecto positivo sobre la integridad del cerebro. Cuando la lactosa es digerida a nivel intestinal, la galactosa liberada es incorporada en la membrana celular de los cerebrósidos.

APORTE DE CALCIO

El 99% del calcio de la leche de vaca se encuentra en su fracción no lipídica. El 65% de este calcio se encuentra bajo la forma de calcio micelar; en esta fracción encontramos calcio

unido a fosforo orgánico que a su vez está unido a la caseína (20%) y calcio unido a fosforo inorgánico (45%). El 35% restante del calcio se encuentra en la fase acuosa distribuido de la siguiente manera: 23% unido a fósforo

inorgánico y 12% como calcio libre. Exceptuando al calcio libre, se acepta que todo el calcio restante presenta una tasa alta de absorción que, sin embargo, difícilmente supera el 40% (14,15) (figura 1).

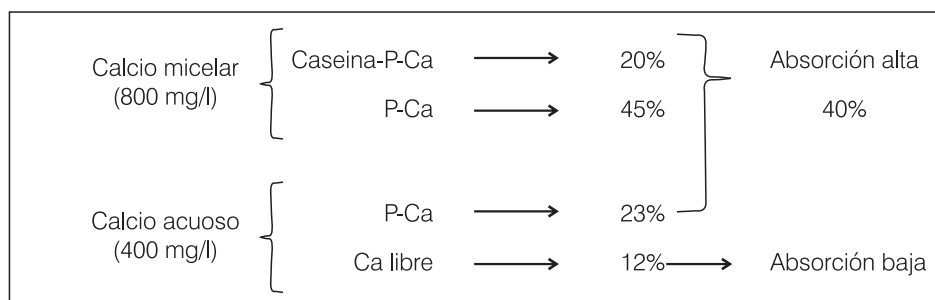


Figura 1. Distribución y tasa de absorción del calcio de la leche

Ahora bien, la tasa final de absorción de calcio estará influenciada por el equilibrio existente entre los factores mejoradores de la absorción y los inhibidores. Se consideran factores mejoradores de la absorción de calcio a los péptidos, la acidez, la presencia de lactosa y la concentración de vitamina D. Por otro lado, se consideran factores inhibidores de la absorción de vitamina D a los: oxalatos, fitatos, ácidos urónicos, polifenoles, AGS de cadena larga y la presencia de grasa no absorbida a nivel intestinal (14,15).

COMPONENTES BIOACTIVOS DE LA MEMBRANA DEL GLÓBULO DE GRASA (MFGM)

La Membrana de Glóbulo Graso de la Leche o MFGM (por sus siglas en inglés para Milk Fatty Globule Membrane) es una bicapa formada por péptidos bioactivos, fósfolípidos y carbohidratos que rodea los glóbulos de grasa de la leche. Por su composición tan particular, la MFGM presentan propiedades funcionales que han venido siendo investigadas activamente en la última década. La MFGM no solo está presente en la leche de vaca, la encontramos también y en mucha mayor concentración en la leche humana (16).

La MFGM está compuesta por dos capas de compuestos; cada una de estas capas

presenta una composición diferente, lo cual está asociado con el proceso bifásico de síntesis de la grasa en la célula de la glándula mamaria. En un primer momento, se forma un núcleo de grasa conformado por triglicéridos en un 99%; este núcleo es sintetizado en el retículo endoplasmático liso. Cuando el núcleo de grasa inicial es expulsado al citoplasma celular queda revestido por proteínas y lípidos (principalmente fosfatidil y lisofosfatidilcolina); de esta manera queda conformada la primera capa de la MFGM. Los núcleos grasos iniciales recubiertos por su monocapa son denominados microdroplet. Una vez en el citoplasma, los microdroplets empiezan a unirse entre ellos hasta formar macrodroplets o droplets lipídicos citoplasmáticos. Estos droplets avanzan, luego, hacia la zona apical de la célula de la glándula mamaria para ser expulsados al exterior. Al atravesar la membrana celular, los droplets reciben su segunda capa de revestimiento conformándose recién la MFGM (16).

La MFGM está compuesta por los siguientes elementos:

- Mucinas como la MUC1 y MUC15. Las mucinas son una extensa familia de proteínas caracterizadas por formar geles; por esta razón, se encuentran presentes en secreciones naturales actuando como barrera físicas y químicas.

- La enzima xantina oxidoreductasa. Entre las funciones de esta enzima podemos citar: permite la formación de ácido úrico (antioxidante natural) y NADH; puede catalizar la reducción de nitratos (potencialmente tóxicos) a nitritos, y de nitritos a óxido-nítrico (NO), un vasodilatador natural; y además, participa en la liberación del hierro de la ferritina (17).
- Las proteínas integrales como la CD36 y butirofilin. Las proteínas integrales son proteínas transmembrana que pueden actuar como canales, transportadores, receptores, enzimas, anclajes o marcadores de identidad.
- Triglicéridos
- Fosfolípidos como fosfatidiletalona, esfingolípidos, fosfatidilcolina, fosfatidilserina, fosfatidil inositol. Los fosfolípidos son parte estructural de las membranas celulares. Estos en particular están fuertemente asociados con la formación de neurotransmisores. Los fosfolípidos en general están asociados con la regulación de procesos inflamatorios, inhibición de tumores, protección cardiovascular, mejora en el funcionamiento hepático y como agentes antioxidantes (18).
- Ácido siálico. Los ácidos siálicos son una familia de monosacáridos de 9 carbonos que forman parte de oligosacáridos, glucoproteínas y glucolípidos, especialmente aquellos que se encuentran en las membranas celulares (glucolípidos y glucoproteínas) y en los productos secretados por muchas células como, por ejemplo, las mucinas (glucoproteínas) y los oligosacáridos de la leche (19-23).

Debido a la complejidad de la composición de la MFGM, en años recientes se ha desarrollado investigación intensa y con resultados alentadores sobre el papel positivo que puede tener esta molécula de moléculas en el desarrollo cognitivo, integridad gastrointestinal, función inmune entre otros (24-26).

4. Controversias relacionadas con el consumo de la leche de vaca

¿EXISTEN ALIMENTOS QUE PUEDEN PROPORCIONAR MÁS Y MEJOR CALCIO QUE LA LECHE?

La leche es la mejor fuente natural de calcio, no solo por su biodisponibilidad, sino también por la presencia de lactosa que contribuye significativamente a que el calcio sea absorbido adecuadamente.

Lamentablemente, en el mercado existen una serie de bebidas que son conocidas como "leches". Estos productos se obtienen a través de procesos de licuados y remojo que generan una bebida de color blanquesino. Como se puede observar en la tabla 10, estas bebidas presentan una calidad proteica reducida, aportan energía y un tercio del calcio que podría proporcionar la misma cantidad de leche. Además, estos productos no contienen glucosa, por el contrario, presentan diversas sustancias que reducen la absorción del calcio. En conclusión, la cantidad de calcio presente en un alimento, no necesariamente garantiza que sea absorbido en su totalidad; para el caso de la espinaca, de los 115 mg por ración, solo se absorben 5 mg (tabla 11).

Tabla 10. Composición y contenido de calcio de diversos alimentos.

Ración	Alimento/ Preparación	Materia prima	Cantidad empleada	Energía	Proteína	Grasa	Calcio	PDC AAS	Lactosa	Elementos anti-calcio
240 cc	Leche entera	Leche	240cc	151.2	7.4	8.4	254.4	>90%	SI	NO
240 cc	Bebida de Almendra	Almendras	40g	232.4	8.8	20.2	86.4	<90%	NO	SI
240 cc	Bebida de Nueces	Nueces	40g	261.6	6.1	26.1	39.2	<90%	NO	SI
240 cc	Bebida de Quinua	Quinua	40g	137.0	5.4	2.3	22.4	<90%	NO	SI
240 cc	Bebida de soya	Soya	40g	91.2	7.2	3.4	86.4	<90%	NO	SI
150 g	Pescado bonito	Bonito	150g	207.0	35.1	6.3	42.0	>90%	NO	NO
150 g	Pescado cojinova	Cojinova	150g	159.5	31.1	2.4	24.0	>90%	NO	NO
100 g	Brocolí	Brocolí	100g	40	4.9	0.9	93.0	<90%	NO	SI

Fuente: Referencias 27-29.

Alimento	Tamaño ración g	Contenido Ca mg	Absorción fraccional	Ca absorbible estimado mg	Equivalencia a 1 ración leche
Leche	240	300	32.1	96.3	1
Alubia pinta	86	44.7	26.7	11.9	8.1
Alubia roja	172	40.5	24.4	9.9	9.7
Alubia blanca	110	113	21.8	24.7	3.9
Brócoli	71	35	61.3	21.5	4.5
Queso cheddar	42	303	32.1	97.2	1.0
Col rizada	85	61	49.3	30.1	3.2
Espinacas	85	115	5.1	5.9	16.3
Boniato	164	44	22.2	9.8	9.8
Tofu con calcio	126	258	31.0	80.0	1.2
Yogur	240	300	32.1	96.3	1.0

Fuente: Referencia 15

¿EL CONSUMO DE LECHE DE VACA PRODUCE CÁNCER?

Los Estudios de cohorte no han demostrado relación entre el consumo de lácteos y riesgo de cáncer. En el caso del cáncer de mama se encontró asociación entre una dieta alta en grasa que incluía lácteos pero no con lácteos solos. No hay asociación ni en cáncer endometrial, ni mama. Los estudios solo encuenran una leve relación entre el consumo de lácteos y cáncer de próstata. Finalmente, en

la terapia del cáncer, la sugerencia es consumir lácteos bajos en grasa (30-32)

¿EL CONSUMO DE LECHE DE VACA PRODUCE ALERGIA EN LOS LACTANTES?

La prevalencia de alergia a la proteína de la leche en niños es menor al 2.5%. Normalmente, es adquirida de manera espontánea y remite conforme el niño va creciendo, aunque aquella mediada por la Ig E puede persistir hasta la adolescencia y más (33).

Todas las fracciones de la proteína de la leche de vaca tienen un potencial alergénico extremadamente alto, sin embargo, la betalactoglobulina (BLG) presente en el lactosuero es la que se encuentra asociada a la mayor cantidad de reacciones de sensibilización inicial. La BLG es una proteína que no existe en el ser humano, sin embargo, puede aparecer en la leche humana a partir del consumo de lácteos por parte de la madre.

El algoritmo del tratamiento nutricional de esta patología incluye la continuación de la lactancia materna, sometiendo a la madre a una dieta exenta de productos con proteína de leche de vaca y/o en casos mayores suspender la lactancia materna y el niño debe recibir fórmulas infantiles con proteína altamente hidrolizada o aminoácidos o proteína de soya (34).

¿EL CONSUMO DE LECHE PROVOCA ASMA?

Un estudio realizado a 7.600 padres de niños en edad escolar en zonas rurales de Alemania, Austria y Suiza (se analizó IgE) sérica a cada uno de ellos) concluyó que no había evidencias científicas de la asociación consumo de leche-asma (35)

¿EL CONSUMO DE LECHE AUMENTA EL COLESTEROL?

Como ya se comentó en la sección del aporte de lípidos de la leche de vaca, aunque esta contiene AGS con potencial hipercolesterolemizante, también cuenta con moléculas como el ácido graso trans linoleico conjugado (C18:1) que actúa como un factor que por el contrario ha sido reconocido por su poder hipolipemizante.

En conclusión, nuestra POSICIÓN CIENTÍFICA E INSTITUCIONAL en función de la evidencia científica disponible en relación a la Bioquímica Clínica y Nutricional de la leche de Vaca es la siguiente:

1. Solo se debe llamar leche al fluido extraído de la glándula mamaria de un animal. Los

licuados, jugos, extractos o cualquier otro preparado obtenido de cualquier otra fuente, NO ES LECHE; por lo tanto, no existe la "leche de soya", "leche de almendras", "leche de pecanas" o cualquier cosa que se le parezca.

2. La leche posee una proteína de alto valor biológico y un elevado PDCAAS. Sin embargo, podemos conseguir proteínas de una calidad similar en otros alimentos de origen animal. La proteína del grano de soya, aunque es de alto valor biológico, presenta un PDCAAS bajo, igual que la quinua o los frutos secos.
3. La leche posee un calcio de una biodisponibilidad significativamente alta debido a la presencia de lactosa. Debe recordarse que más de un tercio del calcio que se absorbe diariamente es por mecanismos de difusión pasiva asociados a la lactosa; la diferencia se absorbe por transporte activo dependiente de vitamina D. En este contexto, aunque existen productos vegetales con un gran contenido de calcio, su absorción es deficiente porque carecen de lactosa; lo mismo sucede con el queso o el yogurt por su menor contenido de este azúcar; y, en general, con los lácteos ricos en grasa por la tendencia del calcio a la saponificación.
4. En el Perú, no existe información actualizada sobre la prevalencia de intolerancia a la lactosa en población aparentemente sana, el único estudio disponible data de hace 50 años y fue hecho en niños recuperados de desnutrición.
5. Aunque la leche de vaca posee grasa saturada con potencial colesterogénico, también posee un tipo de grasa trans natural (ácido linoleico conjugado) y no sintética como aquella de las margarinas; esta grasa trans natural está demostrando tener un fuerte efecto lipolítico, lo cual, sumado a su contenido de calcio sería la razón detrás del éxito en la reducción de peso en personas que consumen leche.

6. La grasa presente en la leche está organizada en glóbulos rodeados de una doble capa de compuestos denominada Membrana del Glóbulo de Grasa de la leche (MFGM) que posee propiedades funcionales con un potencial beneficioso muy alto; en este sentido, aunque la leche de vaca posee una concentración importante, la leche humana posee una concentración significativamente mayor.

No existe revisión científica alguna que haya demostrado que la leche de vaca promueve o facilita el desarrollo de cáncer, ni que el consumo del licuado de Soya, almendras u otras sea preventivo.

Recibido el 11 de setiembre del 2018.

Aceptado para Publicación el 15 de octubre del 2018

Referencias bibliográficas

1. Zavala P. Aspectos Nutricionales y tecnológicos de la leche. 1ª edición. Lima: Ministerio de Salud. Dirección General de Promoción Agraria. 2005.
2. Zeder M. The domestication of animals. *Journal of Anthropological Research*. 68(2):2012.
3. Londinsky A. Observatorio lechero de America Latina y el Caribe, avances en América Latina. Federación Panamericana de Lechería. 2016.
4. Martínez Rubio A.. Leche de vaca. Consumo en la infancia: controversias y evidencias. *Rev Pediatr Aten Primaria* [Internet]. 2015 Jun [citado 2018 Sep 20] ; 17(Suppl 24) : 25-29. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322015000200004&lng=es.
5. Norma General para el uso de términos lechero. CODEX STAN 206-1999.
6. Norma Técnica Peruana. Leche y productos lácteos. Leche cruda. Requisitos. NTP 202.00. 2003
7. García, C. Montiel, R. Borderas, T. Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. *Arch. Zootec*. 63(R): 85-105. 2014.
8. Baro L, Jimenez J, Martínez-Perez A, Bouza J. Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. *Ars Pharmaceutica*, 42:3-4; 135-145, 2001
9. Suárez M, Kizlansky A, López L. Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el score de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutr Hosp*. 2006;21(1):47-51
10. Torrejón Claudia, Uauy Ricardo. Calidad de grasa, arterioesclerosis y enfermedad coronaria: efectos de los ácidos grasos saturados y ácidos grasos trans. *Rev. méd. Chile* [Internet]. 2011 Jul [citado 2018 Oct 23] ; 139(7) : 924-931. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872011000700016&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872011000700016>.
11. Cruz R, Herrera T. Leche Humana. Procedimientos Clínicos para la Atención Nutricional en hospitalización y consulta. 1ª Edición. Fondo Editorial IIDENUT: Lima. 2014
12. García-López, R. Composición e inmunología de la leche humana. *Acta Pediatr Mex* 2011;32(4):223-230
13. Rosado J. Intolerancia a la lactosa. *Gac Med Mex*. 2016;152 Suppl 1:67-73
14. Fernández A, Sosa P, Setton D, et al. Calcio y nutrición [Internet]. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Pediatría; 2011 Jul [actualizado Jul 2011, citado 24 de octubre 2017]. Disponible en: <http://www.sap.org.ar/docs/calcio.pdf>
15. Farré R. La leche y los productos lácteos: fuentes dietéticas de calcio. *Nutr Hosp*. 2015;31(Supl. 2):1-9

16. ANGULO A, Joaquín; MAHECHA L, Liliana and OLIVERA A, Martha. SÍNTESIS, COMPOSICIÓN Y MODIFICACIÓN DE LA GRASA DE LA LECHE BOVINA: Un nutriente valioso para la salud humana. Rev.MVZ Cordoba [online]. 2009, vol.14, n.3 [cited 2017-10-18], pp.1856-1866. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682009000300010&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0122-0268.
17. Mendoza U, García J, Gastell P, Amador A. Xantina oxidoreductasa, propiedades, funciones y regulación de su expresión genética. Rev Cubana Invest Biomed 2005;24(2).
18. Torres J, Duran S. Fosfolípidos: propiedades y efectos sobre la salud. Nutr Hosp. 2015;31(1):76-83
19. Schauer R. Sialic acids as link to Japanese scientists. Proc. Jpn. Acad, Ser. B92 (2016)
20. Varki A. Sialic acids in human health and disease. Trends Mol. Med. 2008 August; 14(8): 351-360
21. Schnaar RL. Glycolipid-mediated cell-cell recognition in inflammation and nerve regeneration. Arch. Biochem. Biophys 2004;426:163-172. [PubMed: 15158667]
22. Pan B, et al. Myelin-associated glycoprotein and complementary axonal ligands, gangliosides, mediate axon stability in the CNS and PNS: neuropathology and behavioral deficits in single- and double-null mice. Exp. Neurol 2005;195:208-217. [PubMed: 15953602]
23. Weigel PH, Yik JH. Glycans as endocytosis signals: the cases of the asialoglycoprotein and hyaluronan/chondroitin sulfate receptors. Biochim. Biophys. Acta 2002;1572:341-363. [PubMed: 12223279]
24. CAvaletto M, Giuffrida M, Conti A. Milk fat globule membrane components – A proteomic Approach. Bioactive components of milk pp 129-141. Springer, New York, NY. 2008.
25. Bhinder G, Allaire J, García C, Lau J, Chan J, Ryz N, Bossman E et al. Milk Fat Globule Membrane Supplementation in Formula Modulates the Neonatal Gut Microbiome and Normalizes Intestinal Development. Sci Rep. 2017; 7: 45274
26. Murgiano L, Timperio A, Zolla L, Bongioni A, Valentini A, Pariset L. Comparison of Milk Fat Globule Membrane (MFGM) Proteins of Chianina and Holstein Cattle Breed Milk Samples Through Proteomics Methods. [Nutrients. 2009 Feb; 1\(2\): 302-315](#)
27. FAO/LATINFOODS. 2009. Tabla de Composición de Alimentos de América Latina
28. Instituto Nacional de Salud (Perú). Tablas peruanas de composición de alimentos / Elaborado por Carlos Collazos, Enrique Alvistur, Juan Vásquez, Alfonso Quiroz, Niza Herrera et al. 7ª edición. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 1996.
29. Instituto Nacional de Salud (Perú). Tablas peruanas de composición de alimentos / Elaborado por María Reyes García; Iván Gómez-Sánchez Prieto; Cecilia Espinoza Barrientos; Fernando Bravo Rebatto y Lizette Ganoza Morón. – 8.ª ed. -- Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2009. 64 p.
30. Ganmaa D, Cui X, Feskanich D, Hankinson S, Willett W. Willett Milk, dairy intake and risk of endometrial cancer: a twenty sixyear follow-up. Int J Cancer. 2012 June 1; 130(11): 2664-2671.
31. Lu et al. Dairy products intake and cancer mortality risk: a meta-analysis of 11 population-based cohort studies Nutrition Journal (2016) 15:91
32. Aune D, Navarro D, Chan D, Vieira A, Vieira R, Greenwood D, Vatten L, Norat T. Dairy products, calcium, and prostate cancer risk: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. Am J Clin Nutr 2015;101:87-117
33. Plaza Martín AM. Alergia a proteínas de leche de vaca. Protoc diagn ter pediatr. 2013;1:51-61.
34. Manejo de la alergia a la proteína de la leche de vaca. México: Secretaría de Salud. 2011.
- Loss G., et al. The protective effect of farm milk consumption on childhood asthma and atopy: The GRABIELA study. J Allergy Clin Immunol. 2011. Vol 128 (4): 767-773 gastrointestinal tract. J Peidatr. 1990;116:11-18.
13. Guillén S, Vela M. Desventajas de la introducción de la leche de vaca en el primer año de vida. Acta Pediatr Mex 2010;31(3):123-128
14. Ziegler EE. Consumption of cow's milk as a cause of iron deficiency in infants and toddlers. [Nutr Rev. 2011 Nov;69 Suppl 1:S37-42](#)
15. Cruz R. Fundamentos de la Nutriología Pediátrica. 1ª edición. Lima. 2010.