

LA LECHE Y LOS DERIVADOS LÁCTEOS

José Octavio Rodiles López, Rosa María Trujillo Aguirre y Rafael Zamora Vega

Facultad de Químico-Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Morelia, Michoacán, México.
Contacto: rafael.zamora@umich.mx

La leche es una secreción nutritiva proveniente de las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos (Figura 1), de color blanco opaco y cuya función es nutrir a la cría. El ser humano es el único mamífero que continúa tomando leche aún después del destete; además ayuda a las crías a formar resistencia contra patógenos y toxinas en el tracto gastrointestinal mediante la estimulación del sistema inmune. Galván 2005, Angulo y Olivera 2017.

De acuerdo con la NOM-155-SCFRI-2012, la leche desde un punto de vista legal se define como el producto del ordeño higiénico efectuado en una o varias hembras del ganado lechero bien alimentado y en buen estado de salud y que no deba contener calostro y debe ser sometida a tratamientos térmicos u otros procesos que garanticen la inocuidad del producto; además puede ser sometida a operaciones tales como clarificación, homogeneización, estandarización u otras, siempre y cuando no contaminen al producto y cumpla con las especificaciones de su denominación. En términos generales se habla de leche cuando se habla de la leche de origen vacuno, mientras que cuando se habla de la leche de otros mamíferos ésta debe ser especificada; ejemplos de otras leches son las de cabra, oveja, asna, yegua, camella, alpaca, yaca, búfala, y rena, y cuyo consumo depende de la región y de la disponibilidad de estos. Andrade, 2017.

Ésta contiene macronutrientes como proteínas, lípidos y carbohidratos y gran cantidad de micronutrientes como vitaminas y minerales. La composición química de la misma varía dependiendo de la especie y de las mismas razas, así como de la edad y época del año, así, por ejemplo, en época de lluvias aumenta la concentración de agua. La producción de una vaca lechera puede ir desde 3 L hasta 25 L por día. Vásquez, 2016.

Resumen. La leche es una secreción nutritiva proveniente de las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos de color blanco opaco y cuya función es nutrir a la cría. El ser humano es el único mamífero que continúa tomando leche aún después del destete; además ayuda a las crías a formar resistencia contra patógenos y toxinas en el tracto gastrointestinal mediante la estimulación del sistema inmune.

Palabras Clave: Lactosa, triglicéridos, Caseína

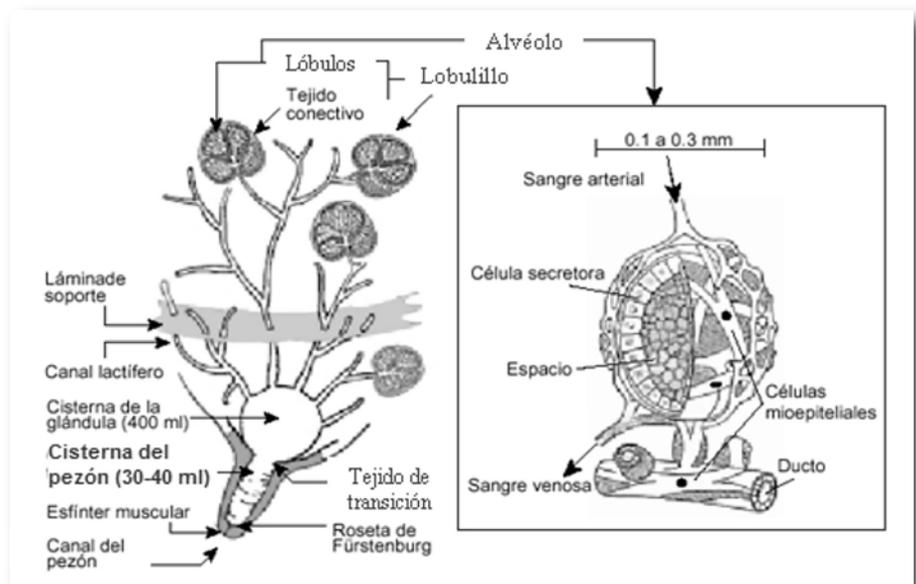


Figura 1. Glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos. Galván, 2005.

Debido a su alto contenido de agua, la leche se utiliza en muchos alimentos procesados como fuente de agua y sabor: panes, pasteles, sopas de crema, etc. La cocción prolongada genera la reacción de Maillard y con el consecuente desarrollo de colores cafés, por ejemplo, el color de la leche evaporada. Rosado, 2016.

La leche posee una serie de propiedades fisicoquímicas, tales como un color blanco opaco, pero las leches altas en grasas tienden a un color amarillo debido a la presencia de carotenos y las bajas en grasas un ligero tono azul. Normalmente es inodora, pero la grasa de esta absorbe los olores externos, ya sea de un establo o de los mismos empaques. La contaminación

con bacterias tipo coliformes les da un olor a heces fecales. Tiene un ligero sabor dulce, y que es generado por la presencia de lactosa. Posee una densidad de $\pm 1.032 \text{ g/mL}$ a 25°C , leches con menor densidad implica una adulteración con agua y con mayor densidad una adulteración con almidón, sacarosa y cloruros, para darle mayor cuerpo; tiene un pH de 6.6 ± 0.2 y una acidez de 0.15 a 0.16% expresada como ácido láctico. La leche se acidifica de forma natural por las bacterias contaminantes, las cuales actúan sobre la lactosa de la leche generando ácido láctico, así, leches con valores mayores de acidez sugieren una contaminación microbiana. Sin embargo, hay productos que buscan un incremento en la acidez como son las leches

fermentadas. Esta tiene una viscosidad de 2.2 CP, que está en función de la cantidad y tamaño de las partículas, así tenemos que la leche descremada presenta una menor viscosidad, y las leches homogeneizadas presenta valores mayores. Vásquez, 2016.

Las vacas pueden presentar mastitis, que es una inflamación de la ubre que provoca dolor y es causada principalmente por bacterias, y que corta el suministro de leche y excreta un líquido amarillo con residuos de sangre que puede ser mortal. Andrade, 2017.

La secreción láctea antes y después de parir se le llama calostro. Esta es la secreción durante el embarazo y los primeros 3 días después del parto. Esta, contiene alta cantidad de proteínas con actividad inmunológica, y factores de crecimiento específicos para el desarrollo de huesos y cartílagos, además de vitaminas A, B12 y E que ayudan al metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos, y otras proteínas que ayudan al transporte del hierro a los glóbulos rojos y con acción microbiciada. Solange 2017.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

La leche de consumo humano se obtiene de la vaca, nombre científico *Bos taurus*, y siendo las principales razas Holstein, Guernesey, Jersey, y Suiza (Figura 2). La composición de la leche puede variar, pero en general se puede decir que contiene 87.1% de agua, 3.3% de proteínas, 3.9% de grasas, 5.0% de carbohidratos, y 0.7% de minerales, y al ser un producto de origen animal carece

de fibra. La composición varía según el tipo de alimento que tuvo la vaca, la raza de esta, la edad, la etapa de lactancia, la época del año e incluso la hora de ordeña. Morales, 2014, Valenzuela *et al* 2017.

La leche de oveja y cabra presentan mayor cantidad de lípidos, y siendo la de búfala la de mayor contenido, casi el doble que la vacuna. La leche de oveja presenta casi el doble de proteínas que la de vaca. Por otro lado, el contenido de carbohidratos y minerales es muy similar entre las diferentes tipos de leche.

La leche como sistema fisicoquímico presenta tres estados: solución, dispersión y emulsión. Los carbohidratos, algunos minerales y vitaminas hidrosolubles forman una solución; las proteínas y ciertos minerales forman coloides; y las grasas y vitaminas liposolubles forman una emulsión. Rosado, 2016.

El principal carbohidrato es la lactosa, aunque también hay presencia de glucosa, galactosa, sacarosa, cerebrosidos y amino azúcares. La lactosa presenta dulzura, pero mucho menor a la del azúcar de mesa, $\pm 15\%$.

Ciertas personas presentan intolerancia a la lactosa, y que se debe a la ausencia de una enzima llamada lactasa que actúa a nivel de intestino delgado y que rompe la lactosa. Si no hay presencia de la enzima, la lactosa llega al intestino grueso generando problemas gastrointestinales. Los síntomas pueden incluir cólicos abdominales, flatulencia, pérdida de peso, desnutrición, crecimiento lento en

niños, diarrea, olores fétidos, constipación y defecación con ardor. Por otro lado, también hay personas que son alérgicas a la leche y que pueden hasta morir por su consumo. La alergia es generada por proteínas propias de la leche. Cabe señalar que no es lo mismo una intolerancia alimentaria que una alergia, la primera solo genera problemas gastrointestinal y la segunda puede provocar la muerte. Rosado, 2016.

Hoy en día existen leches deslactosadas que permiten el consumo de la leche para aquellas personas intolerantes a la misma. A nivel industrial se agrega la enzima lactasa antes de ser consumida, y evitando dicha intolerancia. Las leches deslactosadas no evitan problemas de índole alérgica.

El 98% de las grasas se presentan en forma de triglicéridos, y el resto son ácidos grasos libres, fosfolípidos, y esteroides, incluyendo al colesterol. A nivel de triglicéridos, 60% son saturados, y 40% de insaturados. La composición de grasas depende directamente de la alimentación de la vaca. La grasa de la leche es una mezcla compleja de lípidos que incluye principalmente triglicéridos, fosfolípidos y colesterol. Los triglicéridos están compuestos de ácidos grasos (AG) que se ensamblan durante la fase final de formación de gotas de grasa que se secretan a la leche, y pueden clasificarse de acuerdo a su estructura (tipo de enlace) y/o tamaño (largo de la cadena de átomo de carbono).

Así, tenemos ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados



Figura 2. Diferentes razas de hembras de mamíferos para ganado de ordeña. Morales 2014, Valenzuela *et al* 2017.

(AGMI) y poliinsaturados (AGPI), y de cadena corta (C2-C6), media (C8-C14) o larga (C16-C24) (Figura 3). Morales 2014

Las fuentes de los ácidos grasos de la leche son: lípidos de la sangre, derivados de la digestión y absorción de la grasa dietética, y de la movilización de los ácidos grasos del tejido adiposo. La mayoría de los ácidos grasos derivados del plasma sanguíneo son de origen dietético (> 80%). Esta cantidad puede diferir de acuerdo con el estado de lactación, la producción de leche y el tipo de dieta. Los lípidos de la sangre, son la fuente de todos los ácidos C18 y de la mayoría de los C16. Una tercera parte de los ácidos grasos C16 y la mayoría de los C18 en la grasa de la leche son de origen dietético. Casi la mitad de los ácidos grasos de la leche son derivados de los lípidos del plasma sanguíneo. En las raciones para vacas lecheras, las grasas consisten principalmente de ácidos grasos de cadena larga (palmítico, C16; esteárico,

C18:0; oleico, C18:1; linoleico, C18:2, y linolenico, C18:3). La mayoría de los ácidos grasos insaturados de la dieta (C18:1, C18:2 y C18:3), son hidrogenados (saturados) por las bacterias alojadas en el rumen; por eso, los ácidos grasos del tejido adiposo y de la leche son más saturados. En el epitelio intestinal y en la glándula mamaria de los rumiantes, existe una enzima desaturasa activa que convierte los ácidos grasos saturados en ácidos grasos monoinsaturados (principalmente de C18:0 a C18:1). Carreón-Camacho 2022

Los glóbulos de grasa en la leche bronca tienden a agruparse con respecto al tiempo. Cuando éstos son muy grandes, se produce la separación natural entre lípidos y agua por diferencia de densidades. Las gotas de grasa se elevan hacia la superficie de la leche, proceso conocido como "Desnatado o Cremado". Así mismo, las grasas se pueden separar de la leche a nivel industrial mediante procesos de

filtración o centrifugación, y obtener con ello la crema y las leches descremadas. Al eliminar las grasas, ya sea total o parcialmente, disminuye el valor calórico del producto terminado. Morales, 2013.

Actualmente las leches para consumo humano son homogeneizadas. Este es un proceso físico para evitar el desnatado de la leche. La leche pasa por una serie de pistones que presionan los glóbulos de grasa y los hace más pequeños, manteniéndolos suspendidos y homogeneizados por todo el medio y se evita el desnatado natural. La leche homogeneizada es más blanca, más opaca y con mayor viscosidad.

A nivel de proteínas, se habla de 2 grandes grupos: las caseínas y las proteínas del suero, además de varias enzimas. La leche aporta todos los aminoácidos esenciales. Las caseínas son aquellas proteínas que precipitan a un pH de 4.6 a una temperatura de 20°C, mientras que las proteínas del



LINEAMIENTOS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

1. La Revista Milenaria recibe propuestas originales de divulgación, relacionadas con la ciencia y el arte, de temática libre. Los trabajos deberán tratar sobre hallazgos científicos, expresiones artísticas o presentar reflexiones sobre temas sociales, en un lenguaje claro y sencillo.

2. Los textos que deseen publicar, deben enviarse directamente a nuestro sitio web, previo registro del autor correspondiente en : <https://www.milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/about/submissions>.

La extensión de los manuscritos tendrá un máximo de 1500 palabras (5 cuartillas), deberán estar escritos por tres autores como máximo en formato Word de 12 puntos compatible con el sistema Windows. Se recomienda incluir figuras con un pie descriptivo adecuado. Revise los trabajos previos en:

<http://www.milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/issue/archive>

3. Es requisito señalar las referencias en el sistema de la American Psychological Association (APA), de la forma siguiente:

Las citas en el texto deben seguir el formato de apellido del autor y fecha de la obra incluidas en paréntesis dentro de la oración. Por ejemplo: Por otro lado, la depresión prenatal presenta una prevalencia del 20%, siendo mayor en la segunda mitad del embarazo (Lara et al., 2015).

La lista de referencias deberán incluir únicamente las obras que fueron citadas en el texto y que hayan sido publicadas. Las referencias se presentarán en orden alfabético, sin enumeración ni viñetas, y en caso de más de una referencia del mismo autor/es deberán registrarse en orden cronológico.

Artículos: Apellidos, A. A., Apellidos, B. B. & Apellidos, C. C. (año). Título del artículo. Nombre de la revista, volumen (número): pp. xx-xx. doi: xx.xxxxxxx

Hernández-Calderón E. (2014). Genes Reporteros Bioluminiscentes, premio nobel para las medusas. Milenaria, Ciencia y Arte, UMSNH, 6: 6-8.

Libros: Apellidos, A. A. (año). Título. Edición. Ciudad: Editorial.

Bonavit J. (1958). Historia del Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo. 4ª Ed. Morelia Mich. Méx.: Universidad Michoacana De San Nicolás de Hidalgo.

Capítulos de libro: Apellidos, A. A. & Apellidos, B. B. (año). Título del capítulo. En A. A. Apellidos (Ed.), Título del libro (pp. xx-xx). Ciudad: Editorial.

Ferrer, J. C. (2008). Osamu Shimomura, Martin Chalfie y Roger Y. Tsien, premios Nobel de Química 2008: »por el descubrimiento y desarrollo de la proteína verde fluorescente, GFP». En: Anales de la Real Sociedad Española de Química (No. 4, pp. 276-279). Real Sociedad Española de Química.

4. No se publicarán los textos donde se transcriban citas de otros autores o propias publicadas en otras fuentes, sin hacer el señalamiento preciso.

5. Con las propuestas, se deberán incluir datos personales del autor(es), incluyendo adscripción y medios para establecer comunicación.

6. Los trabajos serán revisados por pares evaluadores, mediante un sistema doble ciego en nuestra plataforma Open Journal System (OJS).

Una vez emitido el dictamen, se notificará al autor por correo electrónico el resultado del proceso correspondiente.

Comité Editorial

Facultad de Salud Pública y Enfermería, UMSNH

suero como, Beta-lactoglobulina, Alfa-lactoalbúmina, Glicomacropéptido, Inmunoglobulinas, quedan en solución a este mismo pH y temperatura. Las caseínas representan el 80% de las proteínas totales. Los quesos se forman a partir exclusivamente de las caseínas. Hernández, 2017.

Así mismo, las proteínas del suero tienen mejor balance nutritivo que las caseínas; e incluso es mejor que el presentado por las carnes. Estas solo son superadas en el balance de aminoácidos del huevo. El suero, antes, era un subproducto en la elaboración de quesos y se desechaba, pero hoy en día es una industria autosuficiente, ya sea como alimento directo por su alto contenido de aminoácidos esenciales, o bien usado por sus propiedades funcionales, ya que ayudan a formar espumas, emulsiones, o geles. Corbin, 2016.

Actualmente es altamente comercializado como suplemento alimenticio para deportista; o bien se agregan a alimentos, por ejemplo, se ha usado en panificación para que panes de arroz o maíz puedan esponjar. En México se calienta el suero lácteo a ebullición y hasta precipitar y formar el llamado “*requesón*”. Ramírez, 2017.

La leche contiene todas las vitaminas y buena cantidad de ciertos minerales. Acorde a la ingesta diaria recomendada en México, aporta 14% de vitamina A, 10% de vitamina B2, 5% de vitamina B5, y 18% de vitamina B12 por cada 100 gramos. Así mismo aporta 15% de calcio, 4% de cobre y magnesio, 12% de fósforo, 8% de potasio, 10% de sodio y 6% de yodo. La leche industrial en México normalmente es fortificada con vitaminas A y D, y sirve como vehículo de transmisión de estas vitaminas para la población infantil. El aporte de colesterol es de 14 mg por cada 100 gramos. Morales, 2013.

Cabe señalar que la leche no puede contener antibióticos, ya que estos generan alergias y poder causar hasta la muerte. Se da el caso de que algunos productores usan antibióticos para evitar la presencia de microorganismos patógenos, pero es una técnica no es aprobada legalmente. Vargas, 2019.

La leche puede ser contaminada por agentes químicos, físicos y biológicos.

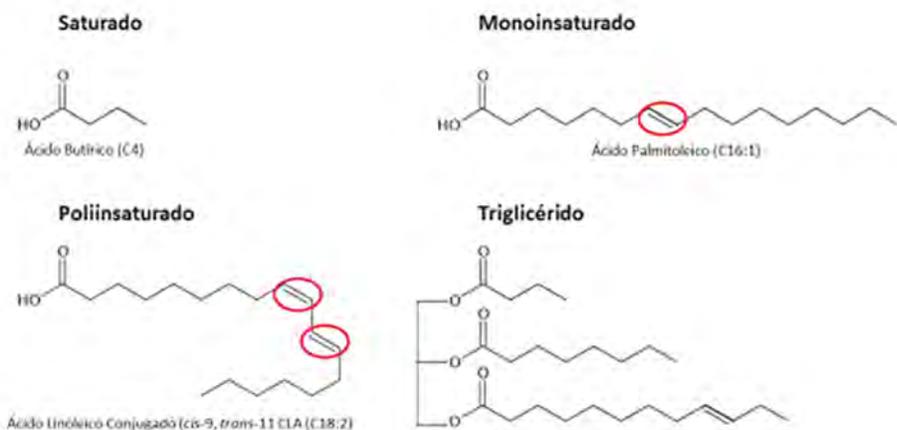


Figura 3. Estructura de ácidos grasos saturados en la leche (AGS), monoinsaturados (AGMI), poliinsaturados (AGPI), y triglicéridos (TG). Morales 2014.

Dentro de los físicos tenemos polvo, pelos, etc.; dentro de los químicos hay insecticidas, fungicidas, herbicidas, y desinfectantes; y en los biológicos tenemos antibióticos y microorganismos. Mattar, 2009.

INDUSTRIALIZACIÓN

De acuerdo con Durán (2016), la industria de los productos lácteos es la tercera actividad más importante dentro de la rama de la industria de alimentos, después del maíz y de la carne. La leche para consumo humano implica una serie de pasos a nivel industrial: Ordeña, Enfriamiento y Transporte, Recepción y Control de Calidad, Filtración, Desodorización, Clarificación, Centrifugación, Almacenamiento, Estandarización, Homogeneización, Pasteurización, Envasado, y Distribución.

ORDEÑA

La tendencia actual es tener pocos rebaños, pero de gran tamaño, sin embargo, los costos de operación actuales hacen que los pequeños productores no puedan competir con los de mayor tamaño. Las grandes fábricas tienden a tener sus propios rebaños, o bien, tener acuerdos sobre una compra constante de leche al productor e incluir asesorías técnicas a los productores (veterinaria). Hoy en día es común usar máquinas de ordeña mecánicas y tanques de refrigeración. La ordeña normalmente se realiza dos veces al día y las granjas están sujetas a inspecciones por parte de la Secretaría de Salud. Así

como áreas limpias y desinfectadas, manejo sanitario durante la ordeña, temperatura de enfriamiento, inocuidad de los equipos que manejan la leche, limpieza y desinfección, así como carga microbiana y tipo de microorganismos. Rojas, 2014.

ENFRIAMIENTO Y TRANSPORTE

La leche recién ordeñada pasa a tanques de acero inoxidable con sistemas de refrigeración donde es almacenada hasta su transporte a la Fábrica y a menos de 7°C. Normalmente la leche es filtrada antes de ser refrigerada para eliminar partículas extrañas. Cuando hay dinero suficiente se cuenta con equipos que realizan una previa pasteurización tipo LTLT, 63°C por 30 minutos. La leche secretada por una ubre sana es estéril, pero se contamina rápidamente por los microorganismos presentes en el medio ambiente.

La leche puede ser almacenada en tanques de acero inoxidable con capacidades variables; o bien en los llamados “Botes Lecheros” que son de acero inoxidable y capacidad estándar de 40 L. Un camión lechero recolecta el producto de cada uno de los depósitos y la transporta a la Fábrica Lechera. Los camiones también son de acero inoxidable y con sistemas de refrigeración. Rojas, 2014.

Normalmente un camión lechero pasa a recoger la leche de diferentes granjas y las mezclas todas dentro de la

pipa. La posterior etapa de estandarización dentro de la Fábrica normaliza la composición de la leche. El chofer del camión toma una muestra de cada proveedor para llevarla a la Fábrica y ser analizada por el laboratorio de Control de Calidad y poder evaluar la calidad de cada proveedor.

Cabe señalar que la Secretaría de Salud establece diferentes calidades de la leche en función a su carga microbiana. El chofer también realiza un análisis rápido de la leche para fijar el precio de compra y normalmente por el contenido de grasas. Ramírez, 2017.

Recepción y Control de Calidad

La leche de los camiones o pipas que llegan de los centro de acopio es almacenada en tanques o silos a una temperatura de 4°C dentro de la Fábrica. Se toma una muestra de la leche y se le realiza un análisis bromatológico -composición química- para ser usado posteriormente en el proceso de estandarización. Así mismo, la leche es sujeta a una serie de análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Los principales análisis microbiológicos son cuenta total de mesófilos aerobios, coliformes, y hongos y levaduras. Galván, 2005

Finalmente es importante destacar que la leche ha sido utilizada en la alimentación desde tiempos ancestrales, desde entonces se consume principalmente la leche de oveja, cabra y vaca, siendo las de burra, yegua, reno y camello las menos relevantes y que la composición de la leche varía con la especie, raza, tipo de alimentación, estado sanitario y fisiológico del animal, época del año y el número de ordeño. También desde siempre se ha considerado un alimento esencial para la etapa del desarrollo y crecimiento, pero de gran utilidad a lo largo de toda la vida. Debido a su composición completa, constituye un alimento que se debe consumir en los primeros años de vida sin menospreciarlo en relación con otros más atractivos, pero menos útiles. Galván, 2005

IMPORTANCIA DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS

Una de las principales características distintivas de los mamíferos es su dependencia, en las primeras etapas de

la vida, de la leche de su propia especie. Dependencia tal, que en caso de que una cría no pueda ser amamantada, o bien, es adoptada por otro miembro del grupo, o simplemente fallece. La leche es, probablemente, el único alimento en la naturaleza que ha sido pensado, diseñado y que ha evolucionado junto con las especies de nuestro planeta específicamente como un alimento. Mientras que otros alimentos se originan en la capacidad de adaptación de las especies a su hábitat, la leche acompaña a los animales más evolucionados de la escala zoológica para asegurarles la mejor nutrición posible en las primeras etapas de la vida.

Desde un punto de vista nutricional, la leche es un alimento que promueve el óptimo crecimiento temprano de las especies, preservándolas de las posibles inclemencias del hábitat. Es decir, que la leche es de por sí suficiente para asegurar todos los nutrientes necesarios para sostener la elevada velocidad de crecimiento que caracteriza a las primeras etapas de la vida. La leche es uno de los alimentos más completos para el ser humano (Carreón-Camacho, 2022), dadas las características de sus nutrientes, en donde destacan las proteínas, que contienen en gran cantidad aminoácidos esenciales.

Referencias

- Andrade, M., R. Muñoz, E., M. Artieda, R., J., R. Ortiz, T., P. González, S., R. Vega, F., V. 2017. Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche. Revista electrónica de Veterinaria- ISSN 1695-7504.
- Angulo, J., Olivera, M. 2017. Fisiología de la producción láctea en bovinos: involución de la glándula mamaria, lactogénesis, galactopoyesis y eyección de la leche. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Antioquia
- Corbin, J. (2016). Tipos de proteínas y sus funciones en el organismo. <https://psicologiaymente.com/nutricion/tipo-s-de-proteinas>
- Carreón-Camacho, Diana P. 2022 La bioquímica en la producción de leche Biochemistry in milk production. Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 3 Publicación semestral, Vol. 9, No. 18 (2022) 16-22
- Durán, M., E. 2016. Estudio del consumo de leche en el municipio de Oaxaca de Juárez, México. Revista Mexicana de Agronegocios. Año XX. Volumen 39 Julio-Diciembre.
- Valenzuela, H., Baquerizo, M., Ramírez, I., Pantoja, C. 2017. Estudio de la prevalencia del mal de altura en ganado vacuno de la raza Brown swiss, de la Sierra Central de Perú. Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/index>
- Galvan, D., MP. 2005. Proceso básico de la leche y el queso. Revista Digital Universitaria. Volumen 6 Número 9. ISSN: 1067-6079
- Hernández, Mauro., C., Díaz Ramírez, M., Calderón, Domínguez., G., Salgado, Cruz., M., García Garibay, M., Jiménez Guzmán, J., & Chanona Pérez, J. (2017). Formación y caracterización de una emulsión elaborada con péptidos de proteína de suero de leche por combinación de métodos de alta y baja energía. Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos, 2(1), 323-327.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012, Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
- Mattar, S. Calderón, A. Sotelo, D. Sierra, M. Tordecilla, G. 2009. Detección de antibióticos en leches: un problema de salud pública. Rev. Salud pública. 11 (14): 579-590.
- Morales, A. Jeón, L. Cárdenas, E. Afanador, G. Carulla, J. 2013. Composición química de la leche, digestibilidad in vitro de la materia seca y producción en vacas alimentadas con gramíneas solas o asociadas con Lotus uliginosus. Rev. Med. Vet. Zoot. 6° (I), enero-abril 2013: 32-48.
- Morales, R. 2014. Desarrollo de una línea base para la potencial generación de productos lácteos diferenciados y protocolos de producción de leche y derivados de alto valor nutricional. Osorno Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín N° 291, 14 pp.
- Ramírez, R., I. Chávez, M., A. (2017). Efecto del ultrasonido aplicado al suero de leche previo al calentamiento en la elaboración de quesos. Interciencia, 42(12), 828-833.
- Rojas, M., R. Cruz B., E. Rentería, I., C. Villagómez, L., M., A. 2014. Determinación de la calidad microbiológica de la leche cruda de vaca durante la temporada invernal en Tuxpan, Veracruz. Academia Journals. ISBN 978-1-939982-04-9.
- Rosado, L., J. 2016. Intolerancia a la lactosa. Gac.ed. Mex. 2016;152 Suppl 1:67-73
- Solange, V., L. Astrid, B., H. M, R., S. 2017. Características antropométricas maternas y del lactante, correlacionado a la concentración proteica del calostro y leche madura: un estudio longitudinal. Rev. Chil. Obstet. Ginecol. Vol. 82 no. 2 Santiago abr. 2017.
- Vargas Casanova, Y. (2019). Péptidos de leche combaten la resistencia a antibióticos. <http://www.dicyt.com/viewNews.php?newsId=40252>
- Vásquez, G., E., M. 2016. Primer año de vida. Leche humana y sucedáneos de la leche humana. Gac med Mex. 2016; 152 Suppl 1:13-21