



¿POR QUÉ PROTEÍNA?

Carlos L. Berra

Magister en Tecnología Lechera,
Universidad Austral de Chile.
Postgrado en Economía Agroalimentaria,
Universidad Cattolica del Sacro Cuore,
Piacenza, Italia.
Director de Capacitación y Extensión
Escuela Superior Integral de Lechería
Centro Universitario Mediterráneo
Villa María - Córdoba - R. Argentina
E-mail: funesil@satlink.com.ar

Abstract

Proteins occupy a quantitative and qualitative place among constitutive molecules from beings. In superior animals, proteins are more abundant organic compounds since they represent almost the 50% of the dry weight tissues. From a functional point of view they have a basic role. There is no any biological process, which does not depend on the presence and / or activity of these types of substances.

Proteins have a huge diversity of functions, which permit them to be randomly classified in three main groups:

- Structural
- With biologic activities
- Nourishment

We could summarize in a scheming way, that proteins are long linking chains where one of these links is an aminoacid.

Studies done by the OMS specialists have demonstrated the important complimentary value, which give milk and cheese protein to bread and potatoes.

The quantity of mil proteins is the essential characteristic from its technological, commercial and biologic value. The major this quantity of raw milk is, the better the industrial output will be.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



For sure the fact of producing milk with a major protein level is an important challenge for producers in the sense that they must seriously work on a rigorous genetic selection of their cattle and appropriate feed techniques.

On the other side these proteins level increase on produced milk, which implies a significant effort from milk producer, has to be compensated from industrial side through milk price bonuses, together with other parameters which point to messier the hygienic and sanitary quality of the milk offered.

Resumen

Las proteínas ocupan un lugar cuantitativa y cualitativamente muy importante entre las moléculas constituyentes de los seres vivos. En animales superiores, las proteínas son los compuestos orgánicos más abundantes, ya que representan alrededor del 50% del peso seco de los tejidos. Desde el punto de vista funcional, su papel es fundamental. No existe proceso biológico alguno que no dependa de la presencia y/o actividad de este tipo de sustancias.

Las proteínas poseen una enorme diversidad de funciones que permite clasificarlas, arbitrariamente, en tres grupos fundamentales:

- Estructurales
- Con actividad biológica
- Alimentarias

Se podría describir, de manera esquemática, a las proteínas, como largas cadenas de eslabones unidos entre sí, en donde cada uno de estos eslabones es un aminoácido.

Estudios realizados por especialistas de la OMS han demostrado el importante valor complementario que aportan las proteínas de la leche y del queso al pan y a las papas.

La cantidad de proteínas que tiene la leche es la característica esencial de su valor comercial, tecnológico y biológico. Cuanto mayor sea esta cantidad en la leche cruda, tanto mayor será el rendimiento en la transformación industrial.

Indudablemente que el hecho de producir leches con mayor nivel proteico implica un desafío importante para los productores, en el sentido que deben trabajar seriamente en una rigurosa selección genética de su ganado y en adecuadas técnicas de alimentación.

Por otra parte, este aumento en el nivel de proteínas en la leche producida, que implica un esfuerzo significativo de parte del productor lechero, debe verse recompensado por parte del sector industrial a través de una bonificación en los precios de la leche, acompañados de otros parámetros que apunten a medir la calidad higiénica y sanitaria de la leche entregada.



II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Introducción

Las proteínas ocupan un lugar cuantitativa y cualitativamente muy importante entre las moléculas constituyentes de los seres vivos. En animales superiores, las proteínas son los compuestos orgánicos más abundantes, ya que representan alrededor del 50% del peso seco de los tejidos. Desde el punto de vista funcional, su papel es fundamental. No existe proceso biológico alguno que no dependa de la presencia y/o actividad de este tipo de sustancias.

Una breve enumeración de algunos ejemplos puede dar idea de su diversidad funcional e importancia. Así, son proteínas todas las enzimas, catalizadoras de las reacciones químicas en los organismos vivientes; muchas de las hormonas, reguladoras de actividades celulares; la hemoglobina y otras moléculas con funciones de transporte en la sangre; los anticuerpos, responsables de acciones de defensa natural contra infecciones o agentes extraños; los receptores de muchas células, como las neuronas y otras a las cuales se fijan específicamente ciertas moléculas para iniciar una respuesta; la actina y la miosina, a las cuales se debe en última instancia el acortamiento del músculo durante la contracción; el colágeno, integrante de fibras altamente resistentes en los tejidos de sostén, entre otras.

Mucho se ha avanzado durante los últimos años en el conocimiento de este grupo de sustancias; hoy es posible interpretar algunos de los mecanismos íntimos que condicionan ciertos procesos vitales y, sobre todo, demostrar la estrecha relación existente entre estructura molecular y función.

Uno de los problemas más difíciles, planteados inicialmente para la investigación científica en este campo, fue el aislar y purificar una determinada proteína a partir de la complejísima mezcla de diferentes moléculas que constituye el protoplasma y los tejidos biológicos.

Todas las proteínas contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, y la mayoría poseen también azufre. Si bien hay ligeras variaciones en diferentes proteínas, el contenido de nitrógeno representa, en promedio, el 16% de la masa total de la molécula, lo cual permite calcular que cada 6,25 gramos de proteína contienen 1 gramo de nitrógeno. El factor 6,25 es utilizado cuando se desea estimar la cantidad de proteína existente en una muestra, por medición del nitrógeno de la misma. Este es el fundamento de la determinación de proteínas en leche.

Las proteínas son moléculas de enorme tamaño y pertenecen a la categoría de macromoléculas, constituidas por gran número de unidades estructurales que forman largas cadenas. En otros términos, se trata de polímeros (poli: muchos, meros: partes).





Debido a su gran tamaño, cuando se dispersa a estas moléculas en un solvente adecuado, forman obligadamente soluciones coloidales, con características especiales que las distinguen de las soluciones de moléculas pequeñas (soluciones verdaderas).

Las proteínas pueden clasificarse en dos grupos: homoproteínas que constan sólo de aminoácidos y heteroproteínas, que además de aminoácidos contienen otros compuestos no proteicos, denominados colectivamente grupos prostéticos. De acuerdo con la naturaleza química de estos grupos se pueden distinguir nucleoproteínas (como las presentes en los ribosomas y los virus), lipoproteínas (como la gammaglobulina), fosfoproteínas (como las caseínas de la leche), hemoproteínas (como la hemoglobina, el citocromo C, la catalasa y la mioglobina) y metaloproteínas (como el alcohol deshidrogenasa y la carbónico anhidrasa).

Cada proteína ofrece una conformación característica, es decir, una determinada organización tridimensional. Así las proteínas fibrosas están constituidas por cadenas peptídicas dispuestas a lo largo de un eje recto común, lo que lleva a la formación de fibras (colágeno, creatina, elastina y fibroína). Por el contrario, las proteínas globulares constan de una o varias cadenas polipeptídicas replegadas sobre sí mismas para formar estructuras tridimensionales esféricas o globulares (en forma de ovillos). Algunas moléculas proteicas reúnen las propiedades características de ambos tipos de proteínas, fibrosas y globulares (actina y fibrinógeno, por ejemplo).

Con el término de estructura primaria se hace referencia a la secuencia de aminoácidos en una proteína.

Por estructuras secundaria y terciaria se entiende la organización tridimensional de la cadena polipeptídica, estabilizadas por puentes de hidrógeno y azufre. La expresión estructura cuaternaria se refiere al acoplamiento geométrico de varias cadenas polipeptídicas, ligadas a través de enlaces que la mayor parte de los casos no son covalentes.

Las proteínas poseen una enorme diversidad de funciones que permite clasificarlas, arbitrariamente, en tres grupos fundamentales:

- Estructurales
- Con actividad biológica
- Alimentarias

Las proteínas estructurales (queratina, colágeno, elastina, etc.), se encuentran en todos los tejidos: músculos, huesos, piel, órganos internos, membranas celulares y orgánulos



intracelulares. Su funcionalidad guarda una estrecha relación con su estructura fibrosa. Las proteínas dotadas con actividad biológica cumplen un papel activo en todos los procesos biológicos. Las proteínas más importantes de este grupo son las enzimas, catalizadores muy específicos, de los que se han identificado más de dos mil. También son proteínas biológicamente activas, como se mencionó anteriormente, las hormonas que regulan las reacciones metabólicas (insulina y somatotrofina), las proteínas contráctiles (miosina, actina y tubulina), las proteínas que cumplen funciones transportadoras (hemoglobina, mioglobina y transferrina), las proteínas que protegen la sangre de los vertebrados (inmunoglobulinas; presentes en el calostro de la leche, fibrinógeno y trombina) y las proteínas que desempeñan funciones de almacenamiento (ovoalbúmina).

Hay, igualmente, proteínas que son tóxicas para los animales superiores y para el hombre (toxina botulínica, toxina estafilocócica y veneno de ciertas serpientes), o para los microorganismos (algunos antibióticos) y otros con efectos antinutritivos (por ejemplo, los inhibidores de la tripsina).

Conviene hacer notar que numerosas reacciones de alergia a determinados alimentos son consecuencia de modificaciones experimentadas por los mecanismos de defensa del que los consume, debido a la presencia, en tales alimentos, de antígenos proteicos que promueven la síntesis de proteínas anticuerpo.

Las proteínas alimentarias no representan un grupo especial, porque la mayor parte de las proteínas estructural o biológicamente activas antes descritas son proteínas de los alimentos. Las proteínas alimentarias son, simplemente, aquellas que resultan digestibles, no tóxicas, relativamente baratas y organolépticamente aceptables para los seres humanos. Las necesidades nutritivas de aminoácidos esenciales para el hombre son conocidas y varían con la edad y las condiciones fisiológicas de los individuos (gestación, lactación, ancianidad, etc.). El déficit en proteínas nutricionales es, por desgracia, muy alto para algunos segmentos de la población mundial y puede agravarse más en el futuro a medida que la población mundial siga creciendo; de hecho, la producción de proteínas alimentarias en cantidades suficientes para satisfacer la población del Globo presenta graves problemas, especialmente por resultar más costosa que la de carbohidratos o lípidos. Para satisfacer esta demanda constantemente creciente es necesario encontrar nuevas proteínas y desarrollar métodos idóneos para su utilización tecnológica, en este aspecto juega un papel determinante el desarrollo de la biotecnología.

Por hidrólisis (ruptura de la estructura proteica), las proteínas son escindidas en numerosos compuestos relativamente simples, de pequeño peso molecular, que son las unidades fundamentales constituyentes de la macromolécula. Estas unidades son los aminoácidos,



de los cuales existen unas veinte especies diferentes en la naturaleza. Cientos o miles de estos aminoácidos agrupados pueden participar en la formación de la gran molécula polimérica de una proteína.

Vale la pena resaltar que todas las proteínas mencionadas están compuestas por los mismos aminoácidos; lo específico de cada proteína y lo que la dota de las propiedades químicas y conformacionales necesarias para expresar una actividad estructural, biológica o tóxica singular, es la proporción que entre sí guardan y la secuencia de los aminoácidos en la cadena peptídica.

Se podría resumir de manera esquemática, a las proteínas, como largas cadenas de eslabones unidos entre sí, donde cada uno de estos eslabones es un aminoácido.

Propiedades funcionales de las proteínas

Aplicado a los ingredientes de los alimentos, el término funcionalidad se define como cualquier propiedad, distinta de las nutritivas, que condicione su utilidad en los mismos. La mayor parte de las propiedades funcionales afectan a las características sensoriales y de estructura de los alimentos (especialmente la textura).

Las propiedades funcionales de las proteínas son aquellas propiedades fisicoquímicas que contribuyen a que los alimentos exhiban características deseables, convirtiéndolos en más apetitosos y atractivos para el consumidor. En un solo alimento, suelen ser evidentes varias propiedades funcionales de una proteína.

Las principales propiedades funcionales de las proteínas, que inciden en la fabricación de alimentos son:

- De hidratación
- Solubilidad
- Viscosidad
- Formación de gel
- Texturización
- Formación de masa
- Propiedades emulsificantes
- Propiedades espumantes
- Fijación de sustancias aromatizantes

A manera de ejemplo se resumen las principales propiedades de las proteínas que cumplen funciones importantes en diferentes alimentos:



Alimento	Propiedad funcional
Bebidas	Solubilidad a diferentes pH, estabilidad frente al calentamiento, viscosidad.
Sopas y salsas	Viscosidad, emulsificación, retención de agua.
Formación de masa para panadería	Formación de una matriz y una película con propiedades viscoelástica, cohesión, desnaturalización, formación de gel, absorción de agua, emulsificación, formación de espuma, pardeamiento.
Productos lácteos	Emulsificación, retención de agua, viscosidad, formación de espuma, formación de gel, coagulación.
Sucedáneos de huevo	Formación de espuma, formación de gel.
Productos cárnicos	Emulsificación, formación de gel, cohesión, retención de agua y grasa.
“Extensores” o sustitutos de la carne (proteínas vegetales texturizadas)	Absorción y retención de agua y grasa, insolubilidad, dureza, carácter masticable, cohesión, desnaturalización por el calor.
Productos de repostería	Dispersabilidad, emulsificación.
Recubrimientos	Cohesión, adhesión.

Las proteínas en la alimentación

Las proteínas son constituyentes indispensables del protoplasma vivo y participan como tales en todos los procesos vitales. Ninguna materia viva carece de proteínas. Después del agua, las proteínas componen la mayor proporción de los tejidos corporales.

La función fundamental de la proteína en la dieta es la de proporcionar nitrógeno aminoacídico para la síntesis de las proteínas y otras sustancias nitrogenadas que intervienen en la composición corporal.

Las funciones principales de las proteínas desde el punto de vista nutricional son las siguientes:

- Las proteínas son esenciales para el crecimiento. Las grasas y los carbohidratos no pueden sustituir a las proteínas porque no contienen nitrógeno.
- Las proteínas proporcionan los aminoácidos esenciales, que son elementos fundamentales de la síntesis tisular. El organismo experimenta constantemente un desgaste que las proteínas reparan.
- Las proteínas suministran materias primas para la formación de los jugos digestivos, hormonas, proteínas del plasma, hemoglobina, vitaminas y enzimas.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



- Las proteínas pueden utilizarse para suministrar energía. Cada gramo de proteína proporciona alrededor de 4 Kcal; pero significa un desperdicio utilizar proteínas con fines energéticos.
- Las proteínas funcionan como amortiguadores, ayudando así a mantener la reacción de ciertos medios, como plasma, líquido cerebroespinal y secreciones intestinales.
- Las proteínas, desde el punto de vista nutricional, pueden clasificarse en proteínas animales o proteínas vegetales. Las proteínas de origen animal contienen más aminoácidos esenciales que las vegetales, y en general tienen un valor nutritivo más alto.

En función de las diferencias biológicas entre los aminoácidos, también se clasifican las proteínas como biológicamente completas o biológicamente incompletas. Una proteína biológicamente completa es la que contiene todos los aminoácidos esenciales en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades del hombre. Las proteínas de la leche y sus derivados son consideradas biológicamente completas. Una proteína biológicamente incompleta carece de uno o varios aminoácidos esenciales. Esta insuficiencia puede ser absoluta o relativa. La mayor parte de las proteínas vegetales carecen de uno o varios aminoácidos esenciales y pueden clasificarse como proteínas biológicamente incompletas, aunque mezclas de proteínas vegetales pueden contener todos los aminoácidos en cantidades suficientes. Así pues, las diversas proteínas se complementan mutuamente mientras no carezcan todas del mismo aminoácido.

El metabolismo proteico corporal puede expresarse en términos de diferencia entre el consumo y la eliminación de nitrógeno, a lo que se denomina balance de nitrógeno. Si la diferencia es positiva, como ocurre durante el crecimiento, se produce una retención proteica, a través del depósito en los tejidos y de la síntesis proteica. Si es negativa, como ocurre durante los períodos de malnutrición proteica, lesiones o infecciones, se pierde nitrógeno. El balance de nitrógeno en un adulto normal es cero. El equilibrio se mantiene aún cuando la ingesta proteica exceda en mucho de las necesidades, porque la proteína en exceso se convierte en urea y energía.

Los aminoácidos no esenciales son eficazmente sintetizados por el organismo humano, a partir de metabolitos intermediarios o de aminoácidos esenciales; pero hay diez aminoácidos, llamados esenciales, que el hombre adulto no puede sintetizar, o sólo a velocidades despreciables, por lo que deben ser suministrados por la dieta. Los niños de muy corta edad necesitan, además, el suministro dietético de histidina. Se debe destacar que la leche y sus derivados contienen la totalidad de estos aminoácidos, indispensables en la ingesta diaria.



II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



El hombre obtiene proteínas no de una, sino de diversas procedencias. Es sabido que las proteínas de diversas procedencias se complementan recíprocamente y, como consecuencia, la mezcla de dos o más proteínas puede poseer un valor biológico más alto que las proteínas individuales.

Los cereales son la base principal de la alimentación de los grupos sociales de menores ingresos. Las proteínas de cereales suelen ser de bajo valor biológico, debido a que la mayoría tiene un bajo contenido o carece de uno o varios aminoácidos esenciales, tal como se mencionaba precedentemente; por ejemplo, el maíz es pobre en triptófano y lisina, el arroz en lisina y treonina y el trigo en lisina. En casi todo el mundo la alimentación basada en cereales incluye tradicionalmente pequeñas cantidades de legumbres, las cuales contienen hasta un 25% de proteínas ricas en lisina. Las dietas basadas en una mezcla de cereales y legumbres, poseen un valor nutritivo considerablemente más alto que las basadas en cereales o legumbres solamente. Por esta razón resulta muy beneficioso y económico complementar las dietas basadas en cereales con proteínas de leche.

El consumo de alimentos de proteínas animales como la carne, la leche, los huevos y el pescado, y de las grasas y aceites aumenta el nivel energético de la dieta y por consiguiente la utilización de proteínas. Las proteínas animales, además de ser completas y más nutritivas, poseen un considerable valor complementario de las proteínas vegetales, muchas de las cuales carecen de lisina, un aminoácido esencial. Por ello, se remarca la necesidad de utilizar proteínas de origen animal para complementar eficazmente las dietas pobres basadas en alimentos de origen vegetal.

Estudios realizados por especialistas de la OMS han demostrado el importante valor complementario que aportan las proteínas de la leche y del queso al pan y a las papas.

Las necesidades proteicas durante la lactancia, la infancia y la adolescencia son mayores que en la edad adulta, dado que es necesario mantener unas tasas de crecimiento sano. Cuando el recién nacido es amamantado por una madre sana, bien nutrida y con una lactación normal, consume proteínas en cantidad suficiente y de la calidad adecuada para atender sus necesidades. Si se suministran proteínas de calidad inferior a las de la leche, las ingestas deben ser proporcionalmente más altas, pero es evidente que hay que procurar facilitar al niño proteína de la más alta calidad posible.

Se reconoce, en general, que la nutrición de la mujer embarazada tiene una influencia importante sobre el curso del embarazo y sobre la salud del niño. El bajo peso de los niños recién nacidos está, casi siempre, relacionado con la pobreza, y especialmente con las



deficientes ingestas de nutrición (carencia de proteínas de alto valor biológico) durante el embarazo.

Esta situación se solucionaría simplemente con el aporte de un vaso de leche diario durante el período de gestación. Las dietas de los niños en crecimiento y de las madres embarazadas y lactantes deben contener cantidades suficientes de leche para atender sus necesidades proteicas.

Es sabido que las dietas deficientes en uno o varios aminoácidos esenciales no permiten un crecimiento adecuado y pueden conducir a un aumento de la morbilidad y la mortalidad y a trastornos o retrasos cerebrales con marcadas dificultades en el aprendizaje, especialmente, en épocas tempranas de la vida. Existen poblaciones en el mundo donde esta problemática forma parte de su vida cotidiana y en donde la situación de los niños que crecen en estas condiciones es irreversible. Todo esto se solucionaría, simplemente, con una adecuada alimentación.

Contenido de aminoácidos esenciales (+ histidina) y valor nutritivo de algunas proteínas alimentarias:

Aminoácidos (Mg/g de proteína)	Leche Humana	Leche de vaca	Huevo gallina	Carne vacuna	Pescado	Grano de trigo	Arroz pardo	Habas de soja	Patrón FAO
Histidina	26	27	22	34	35	25	26	28	0
Isoleucina	46	47	54	48	48	35	40	50	40
Leucina	93	95	86	81	77	72	86	85	70
Lisina	66	78	70	89	91	31 ^a	40 ^a	70	55
Metionina + Cisteína	42	33 ^a	57	40	40	43	36	28 ^a	35
Fenilalanina + Tirosina	72	102	93	80	76	80	91	88	60
Treonina	43	44	47	46	46	31	41	42	40
Triptófano	17	14	17	11	11	12	13	14	10
Valina	55	64	66	50	61	47	58	53	50
Aminoácidos esenciales totales, sin histidina	434	477	490	445	450	351	405	430	360
Contenido proteico %	1.2	3.5	12	18	19	12	7.5	40	

^a Aminoácido limitante en la dieta.

Fuente: FAO



Las proteínas de la leche

Estas sustancias se caracterizan por un elevado peso molecular, comprendido entre 15.000 y 200.000, y por un conjunto de propiedades que se derivan de esta característica y de la propia estructura peptídica. Algunas consideraciones generales sobre las principales fracciones que la componen se describen a continuación:

1. La "Caseína entera". Es un complejo de proteínas fosforadas y constituye la parte nitrogenada más característica de la leche; no existe ninguna sustancia parecida, ni en la sangre ni en los tejidos. Se encuentra bajo la forma de micelas, constituyendo una suspensión que difunde la luz y da a la leche su aspecto blanco opaco. Precipita sólo cuando se acidifica la leche hasta pH 4,6 ó 4,7; o bien cuando se encuentra bajo la acción de una enzima específica: el cuajo. Por esta razón se le denomina "proteína insoluble" y es la fracción nitrogenada más abundante en la leche, especialmente en la de los rumiantes y está constituida por varias fracciones caseínicas.

2. Las "proteínas del lactosuero" o proteínas solubles. Se trata de una mezcla de holoproteínas (que no contienen más que aminoácidos) y de glicoproteínas (que contienen también glúcidos). Las más abundantes tienen las propiedades de las albúminas y de las globulinas. Se insolubilizan por el calor antes de los 100°C. Son de alto valor biológico y en la leche de vaca constituyen una fracción notablemente inferior a la de las caseínas.

3. Las "proteosomas-peptonas". Son sustancias con un volumen molecular intermedio entre las proteínas y los péptidos; y en la leche de vaca se encuentran en pequeñas cantidades.

La cantidad de proteínas que tiene una leche es la característica esencial de su valor comercial, tecnológico y biológico. Cuanto mayor sea esta cantidad en la leche cruda, tanto mayor será el rendimiento en la transformación industrial.

Clasificación de las principales proteínas de la leche

Grupos	Moléculas	Nº de Amino-ácidos	Nº de P	Nº de -S-S-Cistina	Nº de -SH Cisteína
Caseínas: Representan entre el 75% y 80% de las proteínas totales.	α_{s1}	199	8		
	α_{s2}	207	10 a 13		2
	β	209	5		
	κ	169	1		2
Proteínas solubles: 15% a 22% de las proteínas totales.	β -Lactoglobulina	162		2	1
	α -Lactoalbúmina	123		4	
	Seroalbúmina	582		17	1
	Inmuno-globulinas				
Proteosoma-peptona					





Caseínas

Las caseínas se presentan en la leche en forma micelar, un complejo orgánico de caseínas S₂ y unidades a (PO₄)₂Ca₃ coloidal, que se encuentra en suspensión estable gracias a la presencia de cargas negativas y de grupos glucídicos hidrófilos.

Composición de la micela de caseínica de la leche

Proteínas g/100 gr. ES	Cas α _{S1} 33	Cas β 33	Cas α _{S2} 11	Cas κ 11	Otras 4	Total 92
Minerales g/100 gr. ES	Fosfatos 4,3	Ca 2,9	Citratos 0,5	Mg 0,1		Total 8

Como se observa en la tabla precedente, la micela es de naturaleza esencialmente proteica, aunque se encuentran presentes minerales, especialmente calcio en cantidades notables y, en menor grado, citratos y magnesio, que tienen un papel importante en la cohesión de la micela.

La organización de la micela es tal, que la mayor parte de la caseína está localizada hacia el exterior de la misma, es decir hacia la fase acuosa, conformando una especie de capa protectora de las otras fracciones caseínicas que son fuertemente sensibles al calcio. La caseína es insensible al calcio y muy sensible a la acción del cuajo, el cual hidroliza o rompe la cadena en la unión 105 - 106, provocando la coagulación de la leche, principio fundamental en la tecnología de elaboración de quesos. Las caseínas son las responsables de la constitución de la cuajada enzimática en la fabricación de quesos por cuajo.

Proteínas solubles

Estas proteínas permanecen solubles en el lactosuero, tanto si la leche se ha coagulado por acidificación a pH 4,6 - 4,7 como si se ha hecho por vía enzimática (cuajo). Por el contrario, el calentamiento de la leche las desnaturaliza, provocando su floculación y consecuente separación de la fase acuosa, esto se debe a la ruptura de los puentes hidrógeno y bisulfurados que garantizan la estabilidad de la estructura, produciendo un desenrollamiento de la misma, índice elocuente del estado de desnaturalización. Esta insolubilización depende, directamente, del grado de calentamiento y de las condiciones de acidificación de la leche.



Estas proteínas pueden ser separadas del lactosuero por ultrafiltración. La fracción retenida estará enriquecida en estas proteínas, que se hallarán en estado nativo si la leche o el lactosuero no han sufrido un calentamiento superior a los 75°C. En la elaboración de quesos estas fracciones proteicas, por su propiedad de solubilidad, no se retienen en la masa del queso, pasando a conformar un importante componente del lactosuero.

Las proteínas en el precio de leche

Nuestras lecherías, durante muchos años, manejaron sistemas de pago de leche al productor, basados especialmente en el volumen y en la cantidad de materia grasa. Esto generó una distorsión en el manejo de los rodeos en relación con el tipo de alimentación suministrada y con la selección genética realizada; contemporáneamente los países que marchan a la vanguardia de las lecherías en el mundo, aplicaban sistemas donde uno de los aspectos fundamentales a controlar para medir la calidad de la leche es su valor proteico. Además está decir que una de las principales ventajas de producir mayor nivel proteico en las leches, no sólo repercute en un incremento de los rendimientos industriales, sino que también se está ofreciendo un alimento de mejor nivel nutricional o de alto valor biológico.

Indudablemente que el hecho de producir leches con mayor nivel proteico implica un desafío importante para los productores, en el sentido que deben trabajar seriamente en una rigurosa selección genética de su ganado y en adecuadas técnicas de alimentación.

Por otra parte, este aumento en el nivel de proteínas en la leche producida, que implica un esfuerzo significativo de parte del productor lechero, debe verse recompensado por parte del sector industrial a través de una bonificación en los precios de la leche, acompañados de otros parámetros que apunten a medir la calidad higiénica y sanitaria de la leche entregada.

En países como Uruguay, Chile y Argentina, esto se está aplicando desde hace algunos años con resultados altamente promisorios, ya que en este corto período se ha mejorado notablemente la calidad composicional e higiénico-sanitaria de las leches recibidas en los establecimientos industriales.

En Argentina no existe un sistema oficial de pago de leche acatado por todas las empresas lácteas; desde la aplicación de la Ley de Desregulación cada empresa aplica su sistema y el precio final surge de las leyes de la oferta y la demanda. A manera de ejemplo se muestra un sistema de pago de leche por calidad, ya que resultaría imposible presentar todos los que se aplican actualmente, pero en el que se desarrolla a continuación, se puede apreciar la importancia de la proteína en la componente del precio final de la leche.





Precio básico del Kg. de proteína (expresado en U\$S)

Condiciones sanitarias ⁽¹⁾	Mercado Interno A 67%	Mercado Interno B 33%	Excedente + 100% ⁽²⁾	Precio del Kg. de grasa que exceda los Kgs. de proteínas
Libre	3,50	2,45	2,10	1,50
En saneamiento	3,30	2,45	2,10	1,50
Nulo ⁽³⁾	2,10	2,10	2,10	1,50

⁽¹⁾ Se refiere a la situación del establecimiento con relación a Brucelosis y Tuberculosis (libre, en saneamiento y nulo: éste último es aquel que no aplica ningún plan sanitario).

⁽²⁾ El excedente es la cantidad de leche que supera la base, tomando como base la producción de los meses de marzo a junio inclusive (122 días).

⁽³⁾ Se le da un plazo de 2 meses para que comience a aplicar un plan de saneamiento.

Unidades Formadoras de Colonias (UFC)

Nº de UFC	% de bonificación
- de 25.000	24
25/50.000	23
50/75.000	21
75/100.000	19
100/200.000	5
200/300.000	2
+ de 300.000	0

Temperatura

Temperatura	% de bonificación
- de 4° C	15
Entre 4° C y 5° C	7
Entre 5° C y 7° C	3
+ de 7° C	0



Células Somáticas (CS)

Nº de CS	% de bonificación
- de 200.000	7
200/300.000	6
300/400.000	5
+ de 400.000	0

Volumen ^a

Kg. de proteínas/mes	% de bonificación
+ de 3.000	1
+ de 4.000	2
+ de 5.000	3
+ de 6.000	4
+ de 7.000	5
+ de 8.000	6
+ de 9.000	7
+ de 10.000	8

^a No se aplica a la leche de excedente

La leche con presencia de antibióticos no se paga y luego de tres días sucesivos en que persiste esta situación se deja de retirar la leche.

Tomando como referencia los valores del precio básico y del conjunto de bonificaciones antes señaladas, y a manera de ejemplo, se presenta el siguiente cuadro donde se puede observar los precios que recibe el productor por la leche en Argentina (octubre de 1999), en función de diferentes calidades sanitarias, diferentes volúmenes y variaciones composicionales (especialmente en el tenor proteico; una leche de 3,1% de proteínas y 3,4% de materia grasa, y la segunda, de 3,2% de proteínas y 3,5% de materia grasa).





Precios expresados en centavos de dólares estadounidenses

Volumen de Leche lts./día	Tipo de Leche	% de Bonificación	CONDICIONES SANITARIAS					
			Libre		En Saneamiento		Nulo	
			% de proteínas		% de proteínas		% de proteínas	
			3,1%	3,2%	3,1%	3,2%	3,1%	3,2%
1.000	A	46	14.70	15.18	14.11	14.55	9.95	10.26
	B	13	11.50	11.85	11.02	11.36	7.80	8.04
	C	0	10.22	10.54	9.81	10.11	6.96	7.17
4.000	A	47	14.82	15.28	14.20	14.65	10.01	10.32
	B	14	11.59	11.95	11.12	11.46	7.87	8.11
	C	1	10.32	10.64	9.90	10.20	7.02	7.23
10.000	A	53	15.40	16.85	14.77	16.15	10.41	11.37
	B	20	12.18	13.31	11.68	12.76	8.26	9.01
	C	7	10.91	11.92	10.46	11.43	7.41	8.08

Referencias:

* Leche Tipo A: UFC = menos de 25.000/ml; Temperatura = menos de 4°C; Células Somáticas = menos de 200.000/ml

* Leche Tipo B: UFC = 150.000/ml; Temperatura = 7°C; Células Somáticas = 350.000/ml.

* Leche Tipo C: UFC = + de 300.000/ml; Temperatura = 15°C; Células Somáticas = + de 400.000/ml

Del análisis del cuadro precedente se observa que, a pesar de los precios deprimidos que existen en la actualidad, se destacan algunas diferencias a favor de aquellas leches que son más ricas en proteínas (en este caso particular se compara leches de 3,1% y 3,2% de proteínas). Indudablemente que si los niveles de proteínas son aún mayores, se reflejará en un sustantivo incremento en los precios finales de la leche.

¿Por qué más proteínas en la leche?

A manera de conclusión se enumeran algunas ventajas por las cuales la lechería debe ser más competitiva, apuntando a la producción de una materia prima más rica en proteínas.

- Las leches más ricas en proteínas son alimentos de mayor calidad nutricional debido al aporte de aminoácidos de alto valor biológico.



- Las leches más ricas en proteínas permiten obtener mejores rendimientos industriales en su proceso de transformación.

- La incorporación del nivel proteico de la leche en los sistemas de pago al productor, permite obtener mayores ganancias cuando la leche es más rica en proteínas.

- El alimento por excelencia es la proteína y no las grasas o los azúcares.

- La tendencia en el mercado consumidor de alimentos es reducir el nivel de calorías de la ingesta diaria aportado por los lípidos y los glúcidos, en este sentido se produce una revalorización de las proteínas en la dieta.

- En el comercio internacional de lácteos, los productos de mejor precio de mercado son aquellos que son más ricos en proteínas.

La diversidad de aplicaciones y usos que tienen las proteínas es muy superior a la de los glúcidos y de los lípidos.

Bibliografía

ALAIS, Charles. Ciencia de la leche: principios de técnica lechera. 2. Ed. Buenos Aires: Reverté, 1970. 594 p.

AMIOT, J. Ciencia y tecnología de la leche: principios y aplicaciones. Zaragoza, España: Acribia, 1991. 547 p.

BLANCO, ANTONIO. Química biológica. Buenos Aires: Ateneo.

CHEFTEL, JEAN-CLAUDE. Henri Cheftel. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. 2. reim. Zaragoza, España: Acribia, 1992. 333 p.

FAO. Manual sobre las necesidades nutricionales del hombre. Roma: Fao

FENNEMA, OWEN. Química de los alimentos. 2 ed. Zaragoza, España: Acribia.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Protein: definition. Brussels: IDF, 1994. 87 p. (IDF/FIL 9403)

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Milk protein: definition and standardization. Brussels: IDF, 1995. 127 p. (IDF/FIL; 9502).

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Milk protein polymorphism. Brussels: IDF, 1997. 480p. (IDF/FIL 9702)

LUQUET, FRANCOIS M. Guía práctica para el análisis microbiológico de la leche y los derivados lácteos. Zaragoza, España: Acribia, 1990. 151 p.

MORRISON, ROBERT y Boyd, Robert. Química orgánica. 2 ed. México: Fondo Educativo Interamericano.

VEISSEYRE, Roger. Lactología técnica: composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. 2 ed. Zaragoza, España, : Acribia, 1988. 629 p.

