



II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



LA UREA DE LA LECHE COMO EXPRESIÓN DE LA PROTEÍNA VERDADERA

Emerson Moncada

PhD Reproducción Animal, Escuela Superior de Medicina Veterinaria,
Hannover, Alemania.

Especialista en Producción Animal, Ciat, Palmira, Colombia.

M.V., Universidad Nacional de Colombia.

E-mail: Kogi@udea.edu.co:8080

Colombia

Nelson Taborda R.

M.V. Universidad de Antioquia.

E-mail: Kogi@i.udea.edu.co:8080

Colombia

Abstract

The milk composition and particularly its protein content, is one of the most important elements to determine the economic value of this product.

From the total milk protein, the most important economic part corresponds to actual protein from serum.

The non proteic Nitrogen fraction in Milk (Milk's urea or MUN) can be used for monitoring the nutritional state from milk's cow within production and the Protein balance: Energy in animals' diet, given the high relation among urea in blood (BUN) and urea in Milk (MUN).

Resumen

La composición de la leche y particularmente su contenido de proteína, es uno de los elementos más importantes al determinar el valor económico de este producto.

Del total de la proteína de la leche, la parte económicamente más importante corresponde a la proteína verdadera, la cual está integrada por la caseína y las proteínas del suero.

La fracción de nitrógeno no proteico de la leche (urea de la leche o MUN) se puede utilizar para monitorear el estado nutricional de las vacas lecheras en producción, y del balance proteína/energía en la dieta de los animales, dada la alta relación entre la urea de la sangre (BUN) y la urea en la leche (MUN).





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Introducción

Los criterios básicos para el pago de la leche por parte de las compañías procesadoras son volumen, composición y la calidad higiénica del fluido. A la suma de los indicadores, incluidos esos tres criterios se denomina calidad de la leche. Este artículo se refiere al criterio de composición, y más estrictamente, al significado de la urea en la leche como expresión de la proteína verdadera; y ambos, como indicadores de lo que está sucediendo, en particular en el animal con el metabolismo de la proteína; y en general con la salud, la producción y la reproducción.

En términos amplios es conocido que la leche está constituida por agua, grasa, lactosa, proteínas y cenizas (Johnson, A.H, 1993). Hasta hace pocos años la grasa, a pesar de ser el componente más variable de todos, era uno de los indicadores más importantes para mejorar el pago de la leche; tal vez, porque se determinaba muy fácil, y porque la mantequilla era uno de los derivados lácteos más apetecidos en el mundo (Ibarra, 1994). Sin embargo, desde hace 30 años los países productores de queso como Holanda y Dinamarca, comenzaron a pagar por contenido de proteína en la leche, dada la importancia de este componente para la manufactura de queso (Makle). Hoy, ese mismo criterio lo siguen la mayoría de los países productores de leche en el mundo.

Composición de la leche

La leche está constituida por una fase sólida y otra líquida. La líquida corresponde al 87% del volumen total de la leche: agua en su mayoría. La fase sólida, equivale al 13% restante, compuesta de grasa 3.5 a 3.7% del volumen total; lactosa 4.9%; proteínas 3.5% y cenizas (minerales) 0.7%.

La grasa está constituida entre un 98 a 99% de triglicéridos, y el resto por fosfolípidos, esteroides, carotenoides, vitaminas solubles en grasa (A, D, E, K) y trazas de ácidos grasos libres.

Las cenizas se componen por calcio, fósforo, magnesio, sodio, cloro, azufre y minerales traza; en tanto que las proteínas incluyen a la caseína y a las denominadas proteínas del suero (Lacto-albúmina y Lacto-globulina) (Johnson y Gordon). La Tabla No.1 presenta una sinopsis de la composición de la leche.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Tabla No.1
Composición general de la leche
(Adaptado de Johnson y Gordon, 1983)

| LECHE | COMPONENTE | % VOLUMEN TOTAL | ELEMENTOS |
|--------------|------------|-----------------|---|
| Fase líquida | Agua | 87 | |
| Fase sólida | Grasa | 3.5 – 3.7 | Triglicéridos (98-99%) Fosfolípidos, Esteroles, Carotenoides, Vitaminas A, D, E, K, y otras. |
| | Lactosa | 4.9 | |
| | Proteínas | 3.5 | Caseína (75-85%) Lacto-albúmina Lacto-globulina Albúmina del suero Inmunoglobulinas, otros |
| | Cenizas | 0.7 | CA, P, Mg, Na, K, Cl, Minerales traza. |

Aunque no tan intensamente como la grasa, el contenido de proteínas en la leche está también influido por la raza del animal, por el animal mismo, las características de la alimentación, la temperatura ambiental. También depende de las condiciones climáticas imperantes, de la estación del año, del celo, enfermedad, gestación o ejercicio. Varía, así mismo, entre ordeños, durante el mismo ordeño, entre los diferentes cuartos de la glándula y durante el período de lactancia (Johnson, 1983). La composición de la fracción proteica de la leche se resume en la Tabla No.2.

Tabla No.2
Composición de la fracción proteica de la leche
(Adaptado de Johnson y de Gordon, 1983)

| Proteínas de la Leche | |
|-----------------------|--|
| I. | Caseína Alfa, Beta, Kappa y Gama |
| II. | Proteínas no caseínicas o proteínas del suero: |
| | • Lacto-albúmina |
| | Beta-Lactoglobulina |
| | Alfa-Lactoalbúmina |
| | Albúmina del suero bovino |
| | • Lacto-globulina |
| | Euglobulina |
| | Pseudoglobulina |
| | Ig.G.: Ig.G1, Ig.G2 |
| | Ig.M |
| | Ig. A |
| | • Fracción Proteosa – Peptona |
| | Enzimas |





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Caracterización de los componentes proteicos

Los estudios de cada uno de los componentes proteicos de la leche, de sus características e influencia en la calidad final del fluido, han llevado a identificar las variantes AA, AB y BB, tanto en la Beta-Lactoglobulina, como en la kappa-caseína. Esos estudios han demostrado que las variables no tienen efectos en los componentes de la grasa de la leche, pero sí en los de la proteína. La leche de la variante AA de la Beta-globulina tenía 28% más de proteínas del suero, 7.6% menos de caseína, 11% más de grasa, 6% menos de sólidos totales, que el fluido de la variante BB del mismo fenotipo, con lo que su calidad para el procesamiento de derivados se modifica sensiblemente (Hill, 1993). Otros estudios más recientes sugieren insistentemente que los efectos de la nutrición en la composición de la leche dependen del fenotipo Beta-Lactoglobulina (Makle, TR., et. al., 1999).

Caracterización química de la proteína

Esta particularidad indica que del total de la proteína de la leche, la parte económicamente más importante corresponde a la proteína verdadera que se compone de la caseína y de las proteínas del suero. Otra parte más pequeña corresponde a nitrógeno no proteico compuesto por urea, amonio, creatina, y creatinina, otros ácidos, péptidos y aminoácidos (Tabla No.3)

Tabla No.3
Composición química de la proteína de la leche
(Adaptado de Johnson,1983 y Osorio,1999)

| Proteína de la leche | | |
|------------------------|--|---|
| Proteína Cruda (PC) | Proteína Verdadera (94 – 95 %) (PV) | I. Caseína (75 – 85 %) II. Proteínas del Suero |
| | Nitrógeno no Proteico (5 – 6 %) (NNP) | a) Urea b) Amonio c) Creatina d) Creatinina e) Otros: Ácido úrico, Alfa-amino N, ácido Hipúrico, ácido orótico, etc. |





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Para las determinaciones más simples es suficiente la cuantificación del nitrógeno total (NT), del nitrógeno no proteico (NNP), del nitrógeno no caseínico en la leche (NNCN) a través del método de Macro Kjeldahl. La urea o nitrógeno ureico de la leche, más conocido por la sigla MUN (Milk Urea Nitrogen), se determina mediante el uso del kit comercial. Con esta información, y utilizando las ecuaciones que se describen a continuación, es posible obtener los valores de proteína cruda, proteína verdadera, proteína caseínica y proteínas del suero (Makle, TR et al. 1999).

Ecuaciones

$$\begin{aligned}\text{Proteína Cruda} & \quad (\text{PC}) = \text{NT} \times 6.38 \\ \text{Proteína Verdadera} & \quad (\text{PV}) = [(\text{NT}-\text{NNP}) \times 6.38] \\ \text{Proteína Caseínica} & \quad (\text{CN}) = [(\text{NT}-\text{NNCN}) \times 6.38] \\ \text{Proteínas del Suero} & \quad = [(\text{NNCN}-\text{NNP}) \times 6.38]\end{aligned}$$

La urea o nitrógeno ureico de la leche (MUN), a pesar de no constituir más del 3% del total de la fracción proteica (40 a 60% del nitrógeno no proteico), ha cobrado gran importancia en la última década del siglo XX, debido a que puede utilizarse como herramienta magnífica de monitoreo del estado nutricional de las vacas de leche en producción (Jonker, 1999). Esto es debido a la estrechísima correlación con los niveles de urea en la sangre ("BUN", Blood Urea Nitrogen) y al enorme valor de ambas, MUN y BUN, como indicadores del estado del metabolismo proteico en el animal. Las variaciones en el MUN parecen ser un buen reflejo de la relación energía/proteína de la dieta consumida (Jonker, 1999)

Ruta de la proteína hacia la leche

Pero, ¿cómo llega la proteína a la leche y de dónde resulta la urea? Esas preguntas se tratarán de responder a continuación:

La mayor parte de la proteína (Caseína, Lacto-albúminas y Lacto-globulinas) se sintetizan en los alvéolos, a partir de los aminoácidos circulantes en la sangre que se unen para formar las cadenas correspondientes mediante una fuente de energía, que es generalmente la glucosa (Peties y Ferguson, 1992). Las inmuno-globulinas llegan por un proceso específico mediado por receptores (Prieto, 1995); la urea se deriva del amonio, la cual se absorbe a través de la pared del rumen que el hígado convierte en urea para pasarlo luego a la leche; o del que resulta como subproducto del metabolismo de la proteína absorbida desde el intestino (Moore, Varga, 1996).

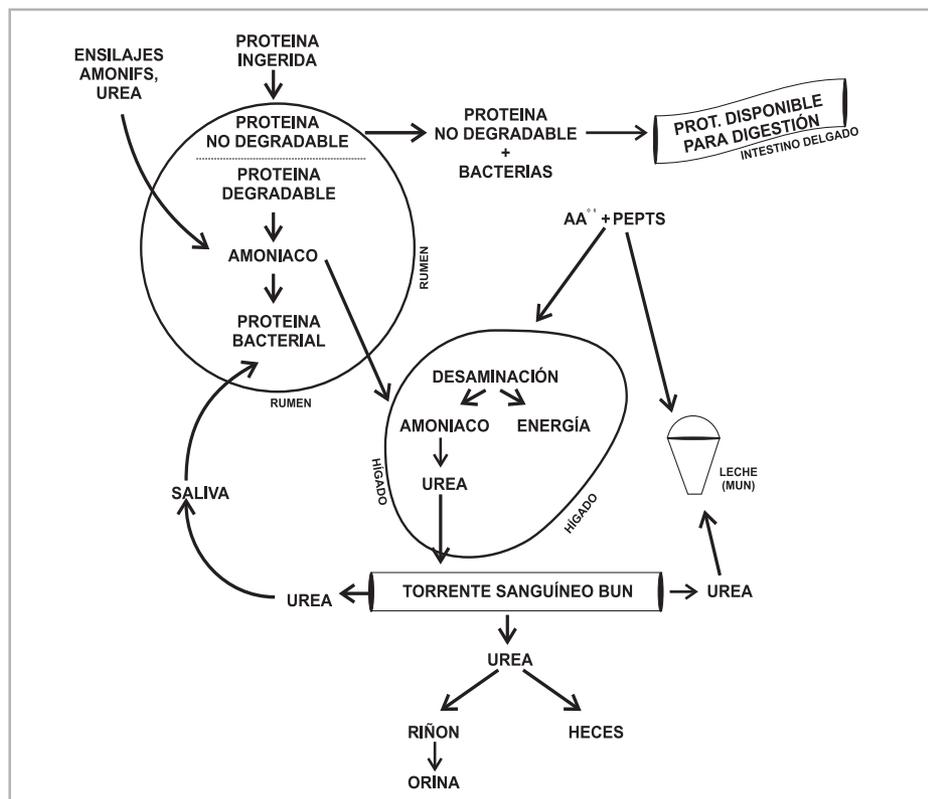


Los principales factores que influyen en la extracción de aminoácidos en la sangre son: La presión arterial, el flujo sanguíneo hacia la glándula mamaria y los sistemas de transporte y transferencia de aminoácidos a través de las membranas celulares las cuales hallándose dentro de la glándula, pueden tomar cuatro rutas diferentes:

1. Entrar en un proceso de polimerización dirigido por el RNA para sintetizar la proteína de la leche.
2. Ser retenidos en las células alveolares para formar proteínas estructurales o enzimas.
3. Ser parte de procesos metabólicos que producirán aminoácidos no esenciales, poliaminas y CO₂.
4. Pasar a la leche sin sufrir ningún cambio (Chalupa y Sniffen, 1991; Prieto, 1995).

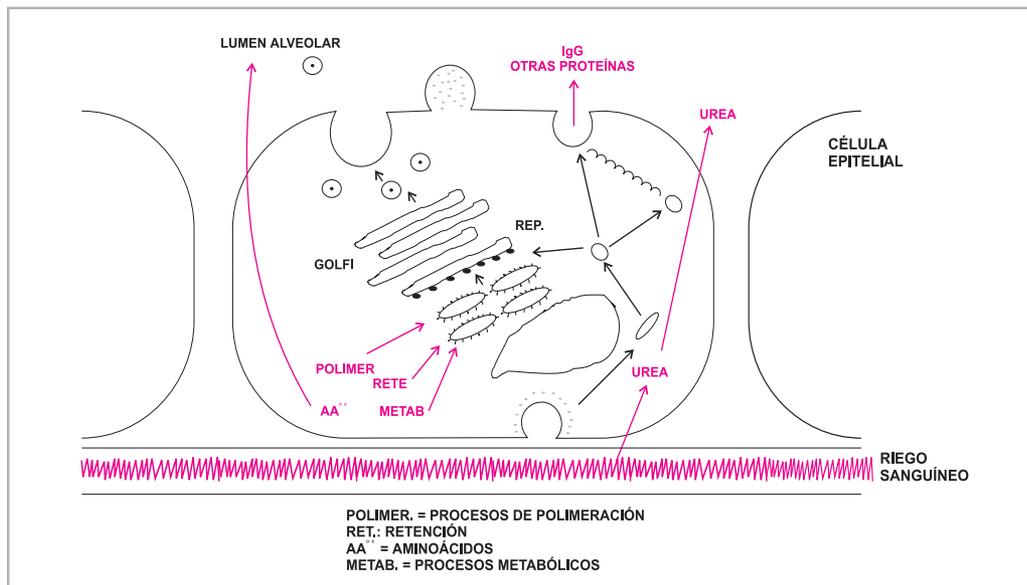
Gráfica No. 1.

Ruta esquemática de los componentes proteicos durante la síntesis de la leche
(Adaptada de Prieto, 1995; Chalupa Sniffen, 1991)



Para comprender mejor la relación entre la urea de la sangre (BUN) y la urea de la leche (MUN), se debe revisar brevemente la ruta de la proteína en el organismo de los rumiantes, en los que una alta proporción (65 - 70%) de la proteína ingerida ingresa al rumen. Allí es degradada, en tanto que el resto atraviesa el rumen sin degradarse para llegar al intestino delgado como proteína disponible para la digestión (Gráfica No. 2)

Gráfica No. 2
Ruta de la proteína en la vaca lechera
(Adaptada de Moore, Varga, 1996 y Jonker et al., 1998; 1999)



La fracción degradable de la proteína entra en contacto con las bacterias del rumen, y ellas mediante la utilización de carbohidratos fermentables, proveen energía y ácidos orgánicos, que se combinan con los aminoácidos provenientes de la proteína degradada para formar proteína bacteriana. Sin embargo, cuando las condiciones de equilibrio dietético se alteran, el amoníaco procedente de la degradación puede alcanzar en el rumen concentraciones superiores a aquellas que las bacterias están en capacidad de incorporar en la proteína bacteriana. Por lo que este amoníaco en exceso debe ser absorbido a través de las paredes ruminales, llega al torrente sanguíneo para ser llevado al hígado. Dada la toxicidad del amoníaco, es convertido rápidamente en urea para facilitar su detoxificación. La urea también puede ser producida, cuando las proteínas de los tejidos corporales o los aminoácidos absorbidos en el intestino delgado son catabolizados para efectos de gluconeogénesis (Moore y Varga, 1996).





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



El amoniaco en exceso no proviene únicamente de la degradación de la proteína cruda ingerida, sino que puede tomarse directamente desde los ensilajes amonificados, o puede derivarse de compuestos como la urea suministrados directamente con el alimento (por ejemplo, pura o en bloques mutinutricionales), y del reciclaje desde el mismo rumen a través de la saliva. Los péptidos y aminoácidos absorbidos desde el intestino delgado que no son utilizados para la síntesis de leche y desaminados en el hígado para producir energía y nitrógeno, son convertidos en urea, así entran a través de los senos hepáticos a hacer parte del nitrógeno ureico en la sangre (BUN).

Otras causas de BUN o MUN elevado son la azotemia prerrenal (cuando la perfusión renal está disminuida), hipovolemia, deshidratación, azotemia renal o post-renal y situaciones de intoxicación (con metales pesados, antibióticos, aminoglicosidos, antiinflamatorios no esteroidales o plantas tóxicas). Niveles normales de BUN o MUN pueden deberse a trastornos hepáticos, dietas bajas en proteína, mala absorción, sobrehidratación o utilización de analógicos esteroidales, así como en casos de utilización de la somatotropina bovina (Moore y Vargas, 1996).

La urea es filtrada desde la sangre por el riñón y excretada del cuerpo a través de la orina. Entra a los riñones por la arteria renal, y se filtra por los nefrones un proceso que concentra la urea para ser excretada en la orina. La difusión de la urea desde la sangre hacia la orina se da por efecto de un flujo en contracorriente; en cambio, por permeabilidad de la membrana esta difusión se presenta en las asas de Henle, tanto ascendentes como descendentes, lo cual crea un gradiente de concentración que permite la difusión de la urea desde la sangre hacia la orina. El flujo de sangre a través del riñón es constante dentro del mismo animal, lo cual asegura una tasa constante de filtración de la urea (en ml de sangre filtrada por minuto), independiente del volumen de orina. Si el volumen de orina es poco, la concentración de urea será mayor que si es abundante, pero la cantidad de sangre que será depurada de urea será similar (Jonker, 1998).

De otro lado, cuando las concentraciones de urea en la sangre son altas habrá mayor remoción de urea por minuto, que cuando son bajas; pero el total de sangre depurada permanecerá similar, de modo que la excreción de urea es proporcional a su concentración en la sangre (Jonker et. al., 1998).

Debido a que la urea es una molécula pequeña y neutral, se difunde fácilmente por las membranas celulares. A medida que la leche es secretada en la glándula mamaria, la urea se difunde dentro y hacia fuera de ella, equilibrándose con la urea de la sangre.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Significa que el MUN se equilibra con el BUN y es proporcional a él, lo cual permite a ambos ser excelentes predictores de la excreción de nitrógeno en la orina y viceversa (Jonker et. al., 1998; 1999), con la ventaja para el MUN de no exigir procedimientos invasivos para la colección de la muestra.

La urea como expresión de la proteína verdadera en la leche

Como se dijo antes, el amoníaco es uno de los productos más abundantes en el organismo de los rumiantes, aun en condiciones fisiológicas normales, como resultado de la degradación de la proteína en el rumen. Pero el amoníaco es tóxico y debe ser eliminado; para ello el organismo tiene el recurso de llevarlo al hígado y formar urea, la cual es excretada por distintas vías entre ellas la orina, las heces y la leche. En cualquiera de estas tres excreciones hay urea en condiciones normales (fisiológicas). La acumulación de urea en la leche guarda una estrecha correspondencia con su concentración en la sangre; los niveles de urea en el fluido sanguíneo son la expresión del comportamiento del metabolismo de la proteína en el animal.

Así que si ese metabolismo se encuentra perturbado, ya sea por la alta ingestión de proteína (degradable o no), o por la ingestión de productos generadores de amoníaco, bien por la incapacidad del riñón alterado para filtrar la urea o por la incompetencia de un hígado alterado para detoxificar el amoníaco, o por una deficiencia de energía en la dieta, que no permite la adecuada síntesis de proteína bacteriana, la concentración del nitrógeno ureico en la sangre (BUN) se va a aumentar; de la misma manera lo hará la concentración del nitrógeno ureico en la leche (MUN) (JONKER, J.S., R.A. KOHN and R.A. ERDMAN 1998).

Pero, ¿cuál es el valor de la urea como expresión de la proteína verdadera de la leche?

Se sabe que la proteína verdadera (PV) de la leche equivale a la proteína bruta que se detecta en el fluido, menos el valor del nitrógeno no proteico (NNP). También se sabe que ese NNP constituye apenas entre un 5 a 6% del total del nitrógeno contenido en la leche, y que de este porcentaje apenas la mitad corresponde a la urea. Así como la PV es un buen reflejo de la síntesis de proteína en el rumen y de la disponibilidad de aminoácidos para la formación de proteínas en el alvéolo mamario, la urea indica el comportamiento del metabolismo de la proteína en el animal. Si este último está alterado, también alterará la concentración de proteína verdadera en la leche y el valor de urea en el fluido (MUN) estará entonces en capacidad de mostrar ambas alteraciones.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



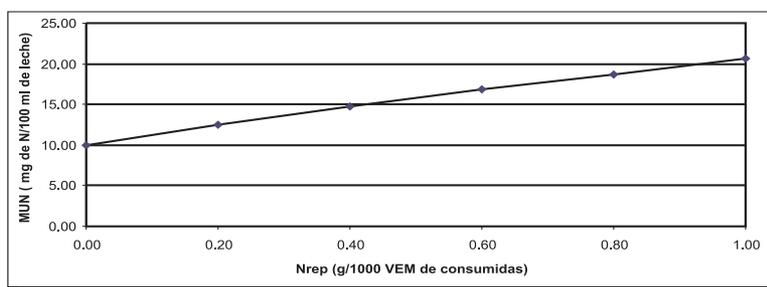
Así mismo, hay conocimiento de que es posible modificar la concentración de la proteína en la leche mediante la nutrición. Lo que ha dado lugar a un verdadero furor en la investigación y utilización de dietas que puedan lograr elevar ese valor (Jonker, 1998); sin embargo, no es posible incrementar irrestrictamente el nivel de proteína en la dieta sin que rápidamente se manifieste el desbalance en su relación con la energía. Aquí es donde la medida del nitrógeno ureico en la sangre o en la leche (BUN o MUN) alcanza una gran utilidad como indicador de la proteína cruda de la dieta que no ha sido utilizada (Moore y Varga, 1996).

También se ha demostrado (Roseler, Col, 1993) que el MUN se modifica significativamente en la medida en que vayan variando las proporciones de proteína degradable o no degradable en la dieta pero el MUN no puede reflejar desbalances sutiles entre estas dos fracciones.

Olther et. al., habían comprobado ya en 1985 que la concentración de BUN, MUN no se altera simplemente por la cantidad de proteína cruda ingerida, sino que ellas son el resultado de la relación entre proteína y energía, ya que es ésta la que va a dictar en la mayoría de los casos cuánta proteína o cuánto nitrógeno no proteico va a ser utilizado. Así, cuando la dieta es baja en energía, la producción de leche se reduce, hay menor secreción de proteína en la leche, mayor excreción de nitrógeno en la orina y más altos valores de MUN (Jonker, 1999).

La Gráfica No. 3, tomada de Hof et. al., 1997 presenta las variaciones en la concentración de MUN cuando la energía y la proteína se encuentran en balance, y también muestra la manera como se modifica a medida que se presenta el desbalance entre los dos nutrientes. La gráfica demuestra que cuando la energía y la proteína están balanceadas, el valor de MUN es de 10.3 mg /100 ml de leche, pero a medida que se incrementan las pérdidas de nitrógeno en el proceso de fermentación ruminal (mayor subutilización de la proteína), la concentración de MUN se eleva a 19 mg /100 ml o más.

Gráfica No. 3
Influencia de la utilización de la proteína efluyente del rumen sobre el contenido promedio de urea en la leche (MUN)



Nrep = pérdidas de N durante la fermentación ruminal.
Vem = medida holandesa para NEL.
(1 VEM=6.9 kJ de Nel) (Tomado de Hof et. al., 1997)





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Con base en las reflexiones anteriores, diversos autores (Moore, Varga, 1996; Hof et. al., 1997; Jonker et. al., 1998; 1999; Carulla et. al. .1999) han propuesto maneras de interpretar los valores del MUN, ya sea solamente para relacionarlos con el metabolismo proteico o para relacionarlos con la fertilidad. Moore y Varga (1996) propusieron que la consideración de un MUN inferior a 10 mg/ 100 ml es bajo y sugiere que los niveles de proteína degradable ingerida son inadecuados en tanto que un MUN de 14 mg/100 ml es alto, y sugiere un exceso de ingestión de proteína degradable o de proteína soluble o también una restricción de energía.

El valor de MUN se puede afectar por diferentes factores (Eicher et. al., 1999), pero las mayores variaciones están dadas por la cantidad de proteína dada de acuerdo con los requerimientos del NRC. Cuando el nitrógeno suministrado se incrementó en un 10% por encima de las recomendaciones, el MUN se elevó en un 13%. Esta respuesta demuestra la alta sensibilidad del MUN a la sobrealimentación con proteína y su utilidad para el trabajo del campo. El nitrógeno ingerido en exceso significa más costos de alimentación, disminución en la producción de leche y más nitrógeno excretado al medio ambiente con la orina.

Los costos anotados son razones suficientes para justificar la introducción del MUN como una herramienta rutinaria, no invasiva, en el monitoreo del estado metabólico a los rumiantes, especialmente de las vacas lecheras. Pero su utilidad se extiende mucho más allá, hasta la evaluación de las dietas y sobre todo el diagnóstico y prevención de las causas de las alteraciones en la fertilidad.

Los desbalances en la relación energía/proteína provoca serios efectos en la salud y la fertilidad de las vacas, ya referidos ampliamente. Entre esos efectos más importantes de la salud debe destacarse la degradación del epitelio rumial, intoxicación hepática, cetosis, neumonía intestinal crónica, mastitis y laminitis. Las consecuencias en la reproducción manifiestan cambios profundos en las características bioquímicas del ambiente uterino, mortalidad embrionaria, repetición de servicios y aborto, entre otros (Ostergaard y Sorensen, 1998).

Estas mismas situaciones y sus correspondientes efectos han sido demostradas en más de cuarenta estudios de caso realizados por los autores, así como por otros investigadores nacionales, en explotaciones bovinas de leche, carne y doble propósito.

Butler et. al., 1996, habían demostrado la asociación entre MUN y la tasa de gestación en bovinos de leche. Cuando las concentraciones de MUN eran inferiores a 16 mg/ 100ml, la de gestación lo era en un 75%. Pero cuando ellas estuvieron por encima de 19 mg/100 ml, la tasa de gestación fue significativamente menor (48%) como se observa en la Tabla No 4.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Tabla No 4.

Tasa de gestación y probabilidad de quedar gestante, en vacas clasificadas según la concentración de urea en la leche el día de la inseminación artificial (Adaptado del Butler et. al., 1996)

| Clasificación por MUN mg /100 ml | No de vacas | Tasa gestación % | Probabilidad |
|----------------------------------|-------------|------------------|--------------|
| < 16 | 16 | 75 | 2.65 |
| 16 – 18.9 | 28 | 64 | 1.61 |
| 19 – 21.9 | 46 | 48 | 0.81 |
| 22 – 24.9 | 36 | 47 | 0.80 |
| > 25 | 29 | 45 | 0.73 |

Al año siguiente, 1997, Larson et al. publicaron los resultados de un trabajo en el cual encontraron asociaciones evidentes entre MUN y la producción de progesterona. Vacas que tenían un MUN igual o superior a 21mg/100ml, mostraron mayor probabilidad de entrar en la categoría de vacas no gestantes y con bajos niveles de progesterona. También, los autores sugieren, como lo hicieron Jordan et al. 1983 y Butler et. al., 1996 y 1997, que simultáneamente con las concentraciones altas de MUN se dan cambios en el ambiente bioquímico del útero, que dan lugar a fallas en las utilización, o a pérdidas embrionarias tempranas previas al reconocimiento de la gestación por parte de la madre.

En una revisión reciente (Butler, 1998) en torno a los efectos de la nutrición proteica sobre la fisiología ovárica y uterina en el ganado de leche, el autor establece que “el exceso de proteína degradable en el rumen puede exacerbar el balance negativo de energía durante la lactancia temprana y reducir por tanto la fertilidad”. El mismo autor cita a Lucy et. al., 1992, quienes afirman que “el balance energético negativo durante al período post-parto temprano puede ejercer efectos residuales durante los cuarenta o sesenta días requeridos para el desarrollo folicular, que pueden afectar la integridad y calidad de los folículos pre-ovulatorios durante el período de apareamiento”.

Butler termina su revisión afirmando que “metabolizar el exceso de proteína degradable o no degradable en el rumen, resulta en la producción de altas cantidades de urea, monitorear las concentraciones de BUN o de MUN se ha comprobado como de utilidad para establecer la asociación entre ellas y la tasa de concepción disminuida, cuando las concentraciones de BUN o MUN se elevan por encima de los 19 o 20 mg/100 ml

Los elementos fisiológicos, clínicos, dietéticos, fisiopatológicos, productivos y reproductivos revisados en el presente artículo pretenden demostrar la importancia de la determinación de la urea en la leche (MUN), no solo como un instrumento útil para





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



descifrar las razones por las cuales la leche puede tener menores concentraciones de proteína bruta que la hace menos eficiente para la manufactura de derivados lácteos, sino para demostrar, también, qué concentración de proteína verdadera en el fluido no alcanza los niveles deseables. Así mismo, para poner en evidencia la mala utilización que el organismo está haciendo de la proteína ingerida, especialmente cuando ésta excede los requerimientos del animal.

Aprovechamos esta revisión también para llamar la atención respecto de la utilidad del mismo instrumento (MUN) en la evaluación de la relación energía/proteína y de sus consecuencias para la salud y la reproducción.

Bibliografía

BUTLER, W.R. Reviuel. Effect of Protein Nutrition on Ovarian and Uterine Physiology in Dairy Coattle. Journal Dairy Science. Vol. 81, no.2533-2539 (1998).

————— J.J. Calaman and S.W., Beam. Plasma and Milk Urea Nitrogen in relation fo Pregnancy Rate in Lacteting Dairy Cattle. En: Journal Animal Science. Vol. 74, no. 858-865 (1996).

CARULLA, J., D. Hess, O, Pardo Y SS, González. El uso de la urea sanguínea y/o urea en leche como herramienta para determinar el balance de energía-proteína a nivel rumial. En: Primer Seminario Internacional sobre avaces en nutrición animal. Medellín: El Seminario, 1999.

DEHNING, R. Interrelaciones entre nutrición y fertilidad: Bogotá: Cicadep, 1988. Pag 19-23. (Series monográficas no.2).

DE PETERS, E.J. and J.D. Ferguson. Mon – Protein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. En: Journal Dairy Science. Vol. 75, no. 3192–3209. (1992).

EICHER, R., E. Bouchard and M.Bigras–Poulin. Factors affecting Milk Urea nitrogen and proteín concentrations in Quebec Dairy Cows. Prevent. En: Vet. Med. No. 39 (1999)p. 53 –63.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



GORDON, W.G. and E.B. Kalan. Proteins of Milk: fundamentals of dairy chemistry. 2 Ed. 1987. págs: 87–124.

HILL, J.P. THE RELATIONSHIP BETWEEN Beta – Lactoglobulin Phenotype and milk composition in New Zealand Dairy Cattle. En: Journal Dairy, Science. Vol.76, (1993) ; p. 281–286.

HOF, G., M.D.. Vervoorn, J.P. Lenaers and S.Tamminga. Milk Urea Nitrogen an a Tool fo monitor the Protein Nutrition of Dairy Cows. En: Journal Dairy Science. Vol. 80, no. 3333-3340 (1997)

IBARRA, A. Pago de leche por calidad. En: Quinto Congreso Panamericano de la leche. Medellín: COLANTA, 1994. Págs. 597–605.

JOHNSON, A.H. The composition of milk: fundamentals of dairy chemistry. 2 ed. The Publishing, 1983. P. 1–57.

JONKER, J.S., R.A. Kohn and R.A., Erdman. using milk urea nitrogen fo prodiet nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. 81, no. 2681-2692 (1998)

—————Milk Urea Tagget Concentrations for lactating Dairy Cows fed according fo National Research Council Recommendations. En: Journal Dary Science Vol. 82, no. 1261–1273 (1999).

JORDAN, E.R., T.E. Chapman, D.W. Holtan and L.V. Swanson. relationship of dietary crud protein fo composition of uterine secretions and blood in high producing dairy cows. En: Journal Dary Science. Vol. 66, no. 1854-1862 (1983).

LARSON, S.F., W.R. Buttler and W.B. Currie. Reduced fertility ansociated with low progestone postbreeding and increaned milk urea nitrogen in lactating dairy cows. En: Journal Dary Science. Vol. 80, (1997) ; 1268–1275.

LOTTHAMMER, D.H. Desordenes de salud general y fertilidad en ganado de leche, de examenes clínico–químicos–herramienta valiosa en el diagnóstico del ható. 1981. Pág. 10.

LUCY, M.C., W.W. Thatcher and R.C. STaples. Pospartum function: nutritional and physiological interactions. En: H.H. VAN HORN and C.J. Wilcox, Eds Large Dairy Herd Management. ADSA. Champaign, ill. 1992.

MAKLE, T.R., A.M. Bryant, S.F. Petch, J.P. HILL and M.J. Auldist.1999. Nutritional Influences on composition of milk cows of different phenotypes in New Zealan. En: Journal Dary Science. Vol. 82, (1999) ; p. 172–180.

MONCADA – ANGEL, H. Relaciones entre Nutrición y Reproducción en el ganado bovino de zonas tropicales, medias y cálidos. En: Seminario “Nutrición en ganaderías de clima medio y tropical “.Bogotá: Acovoz, 1989

MOORE, D.A. and G.Varga. Bun and Mun: urea nitrogen testing in dairy cattle. En: Compend, Cont. Educ. No. 18 (1996) ; p. 712–720.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



- OLTNER, R and H. Wikjorsson. Urea concentrations in milk and blood an influenced by feeding varying amous of protein and energy to dairy Cows. En: Livestock Product. Sci. No. 10 (1983) ; p. 457–467.
- OSORIO, F. Efecto de la dieta sobre la composición de la leche. En: Primer Seminario Internacional sobre avances en nutrición y alimentación animal. Memorias. Medellín: El Seminario, 1999.
- OSTERGAARD, S. and J.T. Sorensen.1998 A revlem of the feeding–health – production comple in a dairy herd. En: Prevent. Vet. Med. No. 36 (1998) ; p. 109–129.
- PRIETO, D. Fisiología de la lactación. En: Fisiología Veterinaria.– Madrid: McGraw – Hill, 1995. P. 893–914.
- ROSELER, D.K., J.D. Ferguson, C.J. Sniffen and J. Herrema.1993 Dietary Proteín Degradability Effects on Plasma and Milk Urea Nitrogen and Milk non Proteín Nitrogen in Holstein Cows. En: Journal Dairy Science. Vol. 76 (1993) ; p. 525–534.

