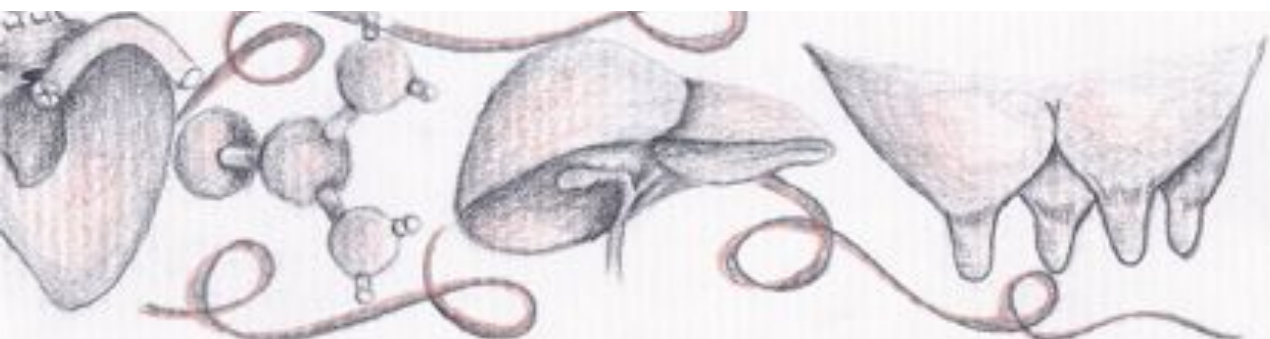


Concentración de nitrógeno ureico en leche

Interpretación y aplicación práctica



Mario Fernando Cerón-Muñoz
Andrés Felipe Henao Velásquez
Óscar David Múnera-Bedoya
Ana Cristina Herrera Ríos
Alejandro Díaz Giraldo
Ana Milena Parra Moreno
Carlos Humberto Tamayo Patiño

Ciencias Animales



Concentración de nitrógeno ureico en leche

Interpretación y aplicación práctica



Cerón-Muñoz, MF; Henao Velásquez, AF; Múnera-Bedoya, ÓD; Herrera Ríos, AC; Díaz Giraldo, A; Parra Moreno, AM; Tamayo Patiño, CH
Concentración de nitrógeno ureico en leche: interpretación y aplicación práctica / Mario Fernando Cerón-Muñoz, Andrés Felipe Henao Velásquez, Óscar David Múnera Bedoya, Ana Cristina Herrera Ríos, Alejandro Díaz Giraldo, Ana Milena Parra Moreno, Carlos Humberto Tamayo Patiño. - Medellín, Colombia: Fondo Editorial Biogénesis, [2014]

18 p.: il; 17X24 cm

Incluye referencias bibliográficas e índice

ISBN: 978-958-8848-89-1

1. Nutrición animal. 2. Ganado lechero

005



Concentración de nitrógeno ureico en leche

Interpretación y aplicación práctica

Mario Fernando Cerón-Muñoz

Andrés Felipe Henao Velásquez

Óscar David Múnera Bedoya

Ana Cristina Herrera Ríos

Alejandro Díaz Giraldo

Ana Milena Parra Moreno

Carlos Humberto Tamayo Patiño

Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Antioquia

©Cerón-Muñoz MF; Henao VA; Múnera-Bedoya Ó; Herrera RC; Díaz GA; Parra MA; Tamayo PC

Primera Edición: Agosto de 2014

ISBN: 978-958-8848-89-1

Autores*

Mario Fernando Cerón-Muñoz, Andrés Felipe Henao Velásquez, Óscar David Múnera Bedoya, Ana Cristina Herrera Ríos, Alejandro Díaz Giraldo, Ana Milena Parra Moreno, Carlos Humberto Tamayo Patiño.

*Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia

Apoyo temático

Sebastián Leal Serna

Camila Rodríguez Quintero

Ilustraciones

Giselle Bernal Echavarría

Corrección de texto

Diego García Sierra

Evaluación de contenido

Jaime Ricardo Rosero Noguera

Jorge Alberto Gallo Marín

Diseño y diagramación en *LaTeX*

Mario Fernando Cerón-Muñoz

Esta publicación hace parte del proyecto “Modelación de la Curva de Lactosa y niveles de MUN en vacas Holstein de Antioquia y su relación con la genética y la reproducción”, financiado por CODI, Universidad de Antioquia. Contó con el apoyo para su impresión del proyecto “Mejoramiento integral de la producción y la calidad de leche en las subregiones Norte y Oriente del departamento de Antioquia”, del convenio 0283, compes lácteo 3675- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Universidad de Antioquia y Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Departamento de Antioquia.

Todos los derechos reservados, puede ser reproducido en todo o en parte y por cualquier medio, citando la fuente.



©Fondo Editorial Biogénesis

Universidad de Antioquia

Facultad de Ciencias Agrarias

Ciudadela de Robledo, Carrera 75 No 65-87

Medellín, Colombia

Prólogo

La determinación del nitrógeno ureico en leche (MUN, por sus siglas en inglés, Milk Urea Nitrogen) es una herramienta efectiva y práctica para los productores y técnicos a la hora de tomar decisiones relacionadas con el plan de alimentación en diversos tipos de rumiantes, ya que el resultado obtenido tiene relación con el exceso o déficit de proteína y carbohidratos solubles en la dieta de los animales. Además el MUN está relacionado con el desempeño reproductivo de las vacas.

Este manual está dirigido a técnicos, administradores y productores de empresas lecheras, como una aproximación a la interpretación de resultados de muestras de leche para apoyar la toma de decisiones.

Mario Fernando Cerón-Muñoz
Zootecnista, Dr.

Título de la obra de la portada: [Armonía biológica](#).

Para comprender las funciones biológicas es necesario hacer un viaje que va más allá de una simple teoría; se busca una combinación intrínseca entre una serie de experiencias y un arraigado compromiso con estudios científicos concernientes a la realidad, con objetivos claros y con fundamento, para dar respuestas apropiadas a los interrogantes que se generan a diario en un sistema productivo.

La forma y la función se entrelazan para ir un poco más allá de lo que vemos y esto nos lleva a responder diversos interrogantes, lo que da como resultado la solución acertada en el momento oportuno, mostrando el camino hacia el equilibrio productivo.

Giselle Bernal
Zootecnista

La proteína y la urea en el organismo de la vaca

La proteína consumida por las vacas es degradada en el rumen por acción de los microorganismos (proteína degradable en el rumen, PDR), y una fracción más pequeña de la proteína pasa intacta al intestino delgado (proteína no degradable en rumen, PNDR).

Los carbohidratos estructurales de la fibra son los que aportan el esqueleto carbonado para la síntesis de proteína (Argenzio, 1980) y de la producción de energía a largo plazo. Los carbohidratos solubles, los azúcares y el almidón aportan la energía que desdobra la proteína verdadera y el nitrógeno no proteico (NNP) de la dieta para formar proteína bacteriana. También proporcionan cadenas carbonadas durante la fermentación para generar proteína de origen microbiológico.

La proteína que es degradada en el rumen por los microorganismos libera amoníaco (NH_3), energía y fragmentos de carbono. Parte del amoníaco es ingerido por las bacterias, hongos y protozoos para producir proteína microbiana, si hay disponibilidad de energía.

Para una buena fermentación en el rumen se debe cumplir con un buen balance de la dieta y con un pH ruminal entre 6 y 7 (Annison y Lewis, 1966 y Czerkowski, 1986), y para la síntesis de proteína se considera adecuado un pH de 6.2 (Beitz, 2009) hasta 6.8.

Según la dieta, el pH es el que determina el destino del NH_3 , así:



Si la dieta está balanceada y hay un consumo adecuado, la fermentación generará un pH adecuado para la formación de sustratos que producirán una leche con niveles adecuados de sólidos totales, proteína y grasa.

- ✦ Si la dieta tiene exceso de carbohidratos solubles, normales o bajas concentraciones de proteína, y deficiencia de fibra (principalmente la fibra detergente neutra efectiva aportada por el pasto), se presenta caída del pH o acidosis. Esto dificulta la absorción del NH_3 , el cual queda atrapado en rumen como amonio (NH_4), como lo indicó Argenzio (1980).
- ✦ Si la dieta tiene exceso de proteína, concentraciones normales o bajas de carbohidratos y poca fibra, se tiene un pH alto y se presenta alcalosis, lo que permite una buena absorción de NH_3 (Argenzio, 1980 y Galey, 2009).

La fibra es muy importante en la regulación del pH y es clave para la formación de la proteína, porque permite la multiplicación de bacterias, hongos y protozoos. También es clave para la disposición del amoniaco.

El resto del amoniaco se volatiliza y se pierde a través del eructo o es absorbido y transportado al hígado por el torrente sanguíneo, para ser convertido en urea ($CO(NH_2)_2$).

Esta urea es liberada en la sangre (nitrógeno ureico en sangre-BUN) para ser reciclada por absorción de las paredes del rumen o por la saliva; también puede ser secretada en la leche (MUN), o puede ser eliminada en la orina (Figura 1).

La leche no es un medio de eliminación de la urea, pero aparece en ella porque en el proceso de la síntesis de leche se requiere que pasen grandes volúmenes de sangre por la glándula mamaria, lo que permite que la urea se difunda en la leche. Cuando hay un exceso de proteína o no hay disponibilidad de carbohidratos solubles (almidones o azúcares) en la dieta, las bacterias ruminales no pueden convertir el NH_3 en proteína bacteriana, lo que produce altas concentraciones de urea en el torrente sanguíneo (Acosta y Deluchi, 2010).

Nitrógeno ureico en leche

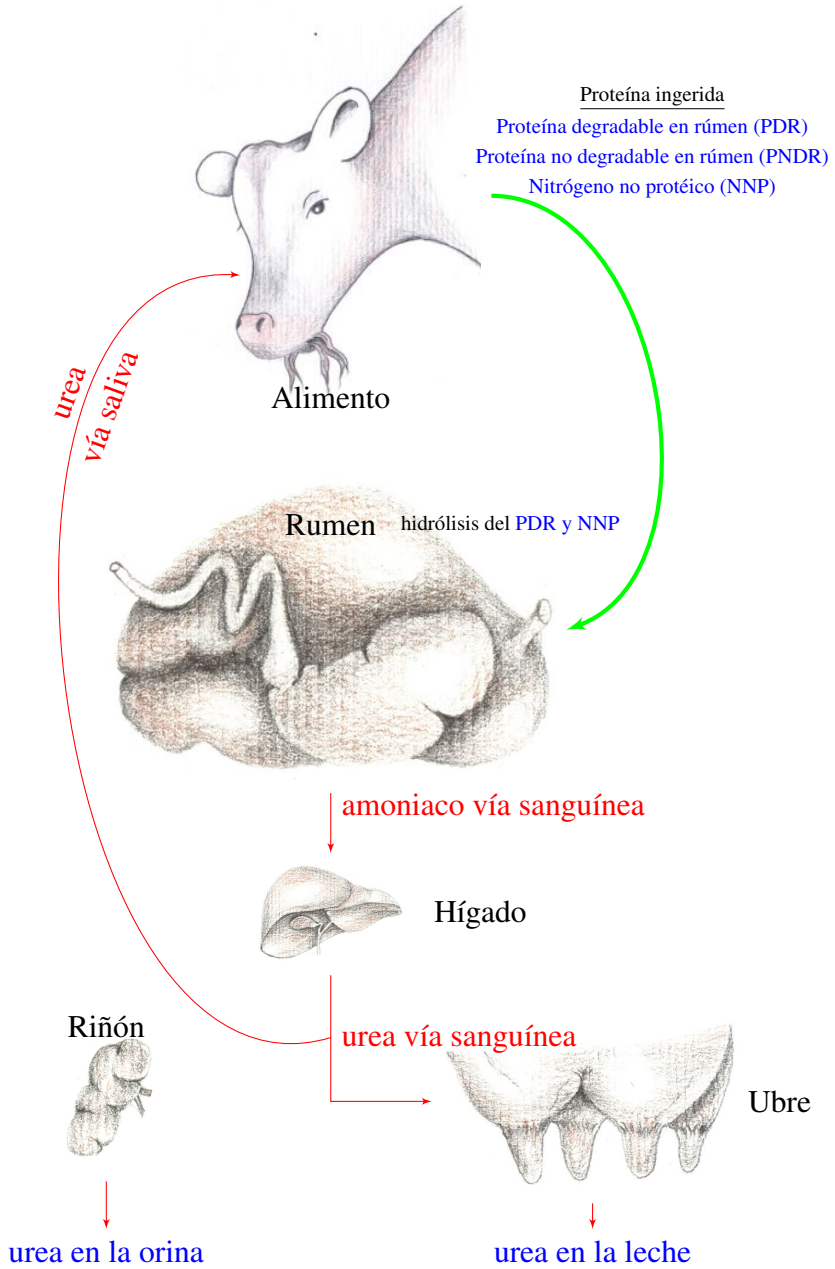


Figura 1: Metabolismo de la proteína

Indicador nutricional

La concentración de BUN se equilibra rápidamente con la concentración en MUN (Gustafsson y Palmquist, 1993). Por lo general, el MUN puede variar de forma por diferentes motivos: clima, raza, época del año, tiempo de lactancia, edad del animal y principalmente por la alimentación.

El monitoreo periódico de las concentraciones de MUN en el hato contribuye a determinar el estatus nutricional proteico del animal, permite detectar problemas con los aportes de proteína en la dieta y relacionarlos con sus aportes energéticos, y evaluar los programas de manejo de pasturas, principalmente con la fertilización nitrogenada, los sistemas de pastoreo y las condiciones climáticas (Figura 2).

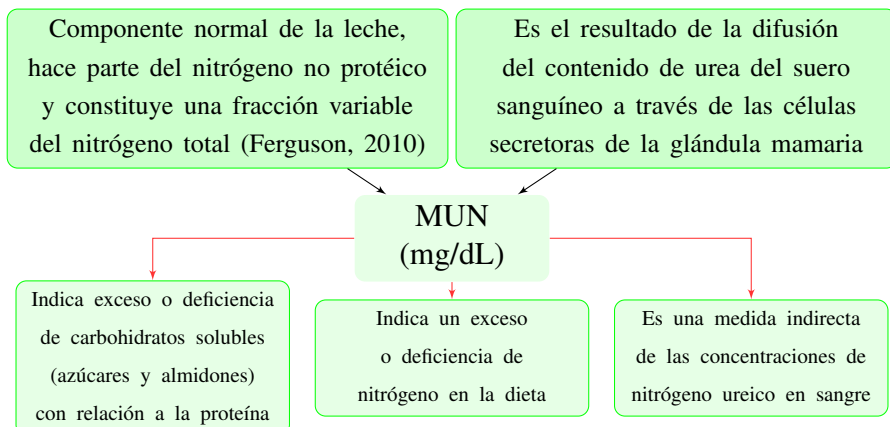


Figura 2: MUN: Metabolito de importancia nutricional

Las vacas en la fase de lactancia necesitan una alimentación con un balance adecuado de proteína y energía para optimizar su producción de leche y favorecer la actividad reproductiva. Si existe un deficiente consumo de proteína y energía, se presentan problemas productivos y de recuperación del animal después del parto. Un exceso de proteína en la dieta genera un exceso de gasto energético en el animal porque este debe excretar esa proteína en forma de urea, lo cual afecta la producción y calidad de la leche.

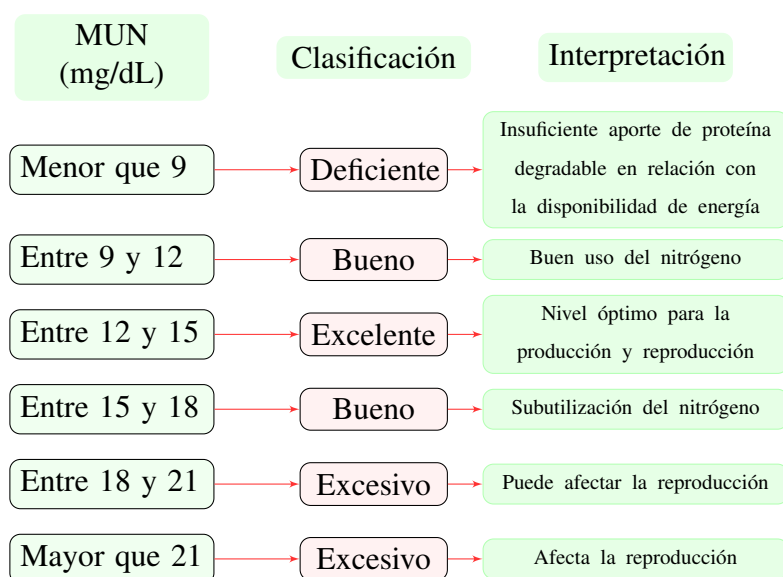
El nitrógeno es uno de los componentes principales de la ración para vacas lecheras y el de mayor costo en la ración; su exceso en la dieta tiene repercusiones negativas sobre el desempeño productivo, haciendo ineficientes los procesos digestivos, metabólicos y de síntesis de la leche.

Algunos problemas reproductivos de los hatos lecheros, como bajas tasas de concepción, repetición de calores, aumentos en los días abiertos y en los servicios por concepción, se han asociado con las concentraciones de nitrógeno de la dieta (Biswajit Roy et al., 2011). Nourozi, et al. (2010) mostraron que las tasas de concepción de vacas lecheras lactantes disminuyen alrededor de un 20% cuando las concentraciones de MUN exceden 19 mg/dL. Estos autores argumentaron que, sin considerar otros factores a nivel reproductivo, las máximas tasas de preñez se obtuvieron con vacas cuyos valores de MUN oscilaron entre 12 y 16 mg/dL.

En el estudio de Gustafsson y Carlsson (1993), las concentraciones de MUN entre 10 y 16 mg/dL se asociaron con menos días al primer servicio (80 días) y las concentraciones de MUN superiores a 20 mg/dL, con más de 128 días al primer servicio.

Diversos estudios relacionados con la interpretación de las concentraciones de MUN muestran que los valores normales en vacas están entre 12mg/dL y 15 mg/dL (Peña Castellanos, 2002; Acosta et al., 2005). Para Hutjens (2013), las concentraciones de MUN varían de acuerdo al manejo del sistema de producción y la ubicación geográfica. También es necesario tener en cuenta, en la interpretación de los resultados, factores como la raza, el nivel de producción de leche, el estado de lactancia, su relación con los porcentajes de proteína de la leche, la condición corporal, la presencia de mastitis y la edad del animal. Por este motivo, la mejor forma de interpretar los resultados es con el

monitoreo periódico de las vacas, detectando variaciones considerables en el tiempo, acompañado de una continua observación del entorno. La interpretación de los resultados se presenta en la Figura 3.



Fuente: Peña Castellanos (2002)

Figura 3: Análisis de MUN como indicador del balance energía-proteína en la dieta de vacas lecheras.

En las figuras 4, 5 y 6 se representa la relación de las concentraciones de MUN con la proteína de la leche en vacas, teniendo en cuenta los días en lactación. La interpretación del estado nutricional de los animales fue adaptada de Acosta y Delucchi (2005), quienes elaboraron tablas de interpretación de resultados con investigaciones realizadas en los laboratorios del DHIA (National Dairy Herd Information Association) y del esquema del informe de control gerencial que utiliza la Clínica do Leite de la ESALQ-USP-Brasil.

En la figura 4 se indica la relación de los niveles de MUN con la proteína de la leche en vacas que tienen menos de 45 días de lactancia. Si el MUN es menor que 12 mg/dL y la proteína de la leche es menor que

3.0%, la ración tiene deficiencia de proteína degradable; si está entre 3.0 y 3.2 %, la dieta tiene baja proteína degradable en relación con la disponibilidad de energía en el rumen; y si es superior a 3.2 %, la dieta tiene baja proteína degradable y exceso de energía, a pesar de tener un adecuado balance de aminoácidos.

Si el MUN está entre 12 y 18 mg/dL y la proteína de la leche es superior a 2.8 %, existe una alimentación adecuada, pero si es menor que 2.8 % la dieta tiene deficiencia de energía.

Si el MUN es superior a 18 mg/dL y la proteína de la leche es menor que 3.0 %, la dieta tiene exceso de proteína soluble o degradable en relación con la disponibilidad de carbohidratos fermentables; si está entre 3.0 y 3.2 % hay exceso de proteína y de energía en la dieta; y si es superior a 3.2 %, hay un exceso de proteína pero baja disponibilidad de carbohidratos fermentables.

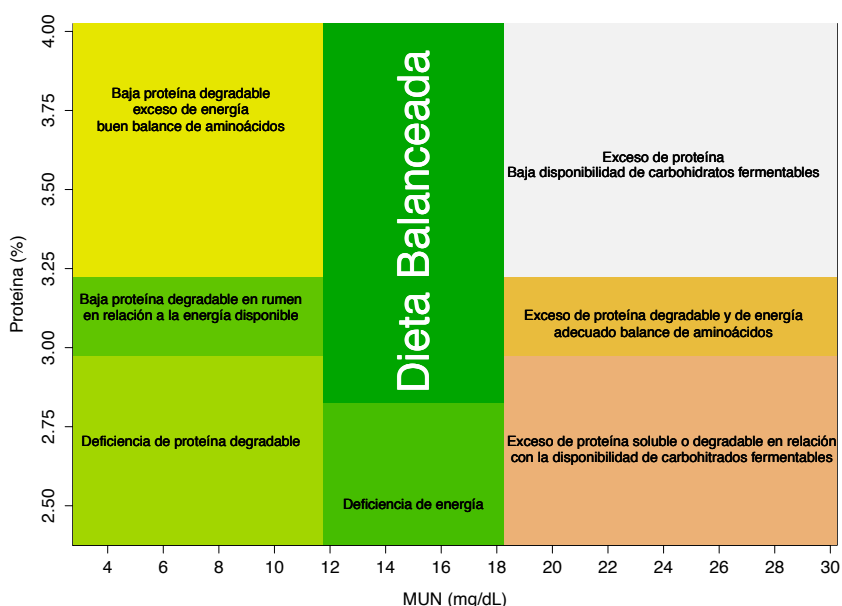


Figura 4: Evaluación de dietas utilizadas en vacas lecheras de menos de 45 días de lactancia, mediante la relación del MUN y de la proteína de la leche.

En la figura 5 se indica la relación de los niveles de MUN con la proteína de la leche en vacas que tienen entre 46 y 150 días de lactancia. Si el MUN es menor que 12 mg/dL y la proteína de la leche es menor que 3.0%, la ración tiene deficiencia de proteína degradable; si está entre 3.0 y 3.2%, la dieta tiene baja proteína degradable; y si es superior a 3.2% la dieta tiene baja proteína degradable y exceso de energía.

Si el MUN está entre 12 y 18 mg/dL y la proteína de la leche es superior a 2.8%, existe una alimentación adecuada, pero si es menor que 2.8% la dieta tiene deficiencia de energía.

Si el MUN es superior a 18 mg/dL y la proteína de la leche es menor que 3.0%, la dieta tiene exceso de proteína soluble en relación con la disponibilidad de energía; si está entre 3.0 y 3.2% hay exceso de proteína y de energía en la dieta; y si es superior a 3.2% hay un exceso de proteína soluble en relación con la disponibilidad de carbohidratos fermentables.

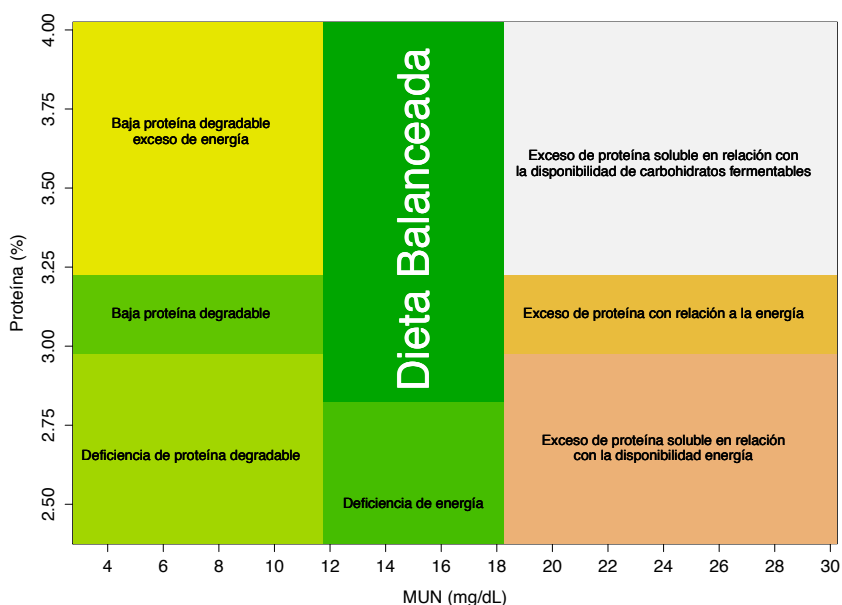


Figura 5: Evaluación de dietas utilizadas en vacas lecheras entre 46 y 150 días de lactancia, mediante la relación del MUN y de la proteína de la leche.

En la figura 6 se indica la relación de los niveles de MUN con la proteína de la leche en vacas que tienen más de 150 días de lactancia. Si el MUN es menor que 12 mg/dL y la proteína de la leche es menor que 3.2 %, la ración tiene deficiencia de proteína y energía; si está entre 3.2 y 3.4 %, la dieta tiene baja proteína soluble y carbohidratos; y si es superior a 3.4 % la dieta tiene exceso de proteína degradable y adecuado balance de aminoácidos.

Si el MUN está entre 12 y 18 mg/dL y la proteína de la leche es superior a 2.8 %, existe una alimentación adecuada, pero si es menor que 2.8 % la dieta tiene deficiencia de energía.

Si el MUN es superior a 18mg/dL y la proteína de la leche es menor que 3.2 %, la dieta tiene exceso de proteína soluble o degradable en relación con la disponibilidad de carbohidratos y desbalance de aminoácidos; si está entre 3.2 y 3.4 % hay exceso de proteína degradable, adecuada energía y desbalance de aminoácidos; y si es superior a 3.4 % hay un exceso de proteína degradable pero adecuado suministro de aminoácidos y de energía.

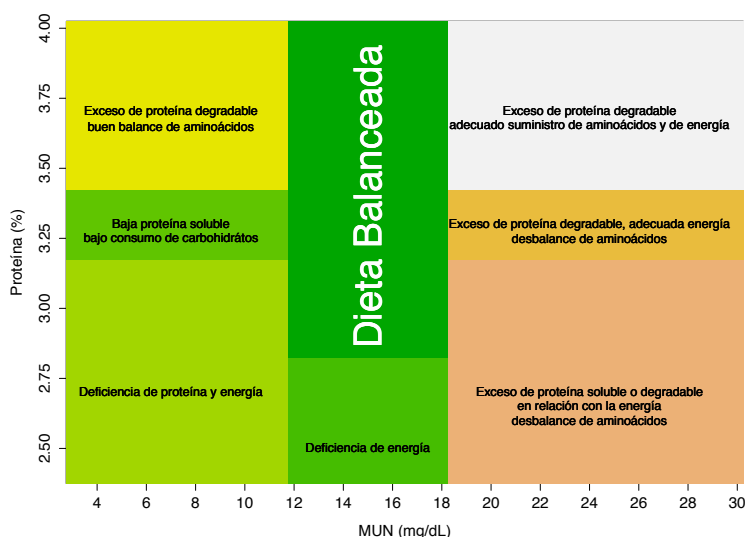


Figura 6: Evaluación de dietas utilizadas en vacas lecheras de más de 150 días de lactancia, mediante la relación del MUN y de la proteína de la leche.

¿Cómo se mide?

Existen diferentes métodos de laboratorio para determinar las concentraciones de MUN. Estos pueden ser de tipo enzimático y de espectrofotometría, los cuales se interpretan por el cambio de color de la muestra. También se puede utilizar la radiación infrarroja que permite identificar los compuestos orgánicos a partir de la energía que estos emiten en forma de longitud de onda, mediante la función matemática denominada *transformada de Fourier* (FTIR). En la Figura 7 se muestra una parte de un equipo para medir componentes de la leche, y una muestra de leche.



Figura 7: Equipo automático de laboratorio que utiliza el principio FTIR en la leche. Permite determinar concentraciones de grasa, proteína, lactosa, MUN, cuerpos cetónicos, ácidos grasos, sólidos no grasos en leche, caseínas, entre otros componentes.

La muestra de leche puede proceder de la vaca, de la caneca o del tanque de frío. Se puede utilizar conservante o la muestra puede ser refrigerada, de acuerdo a las recomendaciones del laboratorio donde se enviará. En la Figura 8 se indica el proceso de toma de muestra de leche desde el equipo de ordeño, la identificación de la muestra y el almacenamiento para envío al laboratorio.

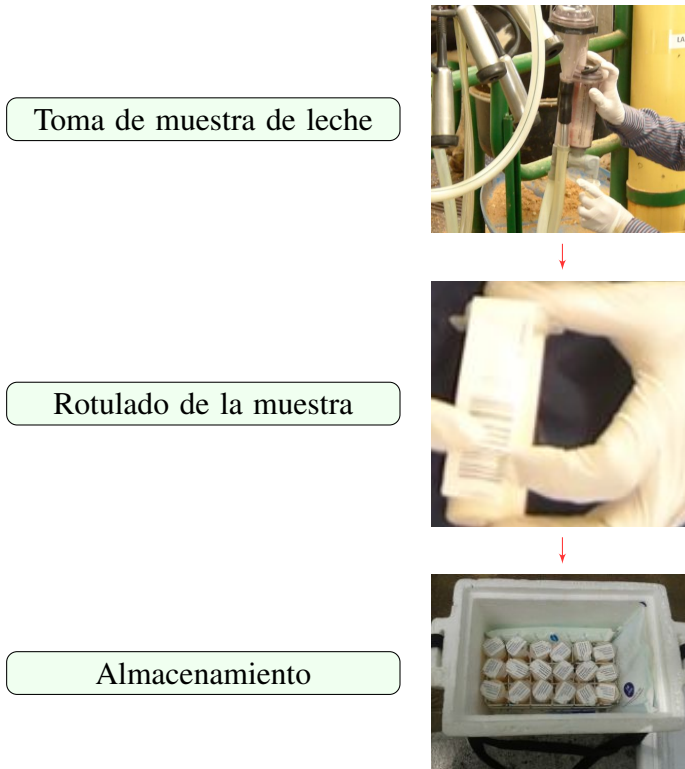


Figura 8: Proceso de toma y almacenamiento de muestras de leche.

Las concentraciones de urea en leche están relacionadas con las concentraciones de urea en sangre; desde el punto de vista práctico, obtener una muestra de leche tiene la ventaja de que es más simple. Además, acompañar el análisis con el estudio de la producción, contenido de grasa, proteína, lactosa, unidades formadoras de colonia y recuento de células somáticas, permite identificar mejor los posibles problemas.

Experimentos en vacas Holstein de Antioquia

Factores relacionados con las concentraciones de MUN

Con la información productiva, reproductiva y sanitaria del programa de control lechero mensual que desarrolla el grupo GaMMA de la Universidad de Antioquia y la Corporación Antioquia Holstein, se analizaron las concentraciones de MUN en vacas procedentes de 16 hatos lecheros del departamento de Antioquia: 13 de la microcuenca lechera del norte (municipios de San Pedro de los Milagros, Entreríos y Belmira) y 3 de la microcuenca lechera del oriente (municipios de Rionegro, El Carmen de Viboral y La Ceja). Ambas microcuencas corresponden a una zona de vida de bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) con temperaturas promedio de 16°C, alturas entre los 2000 y 3000 m.s.n.m., precipitaciones anuales que oscilan entre 2000 y 4000 mm y topografía que va de plana a ondulada, con pendientes pronunciadas.

Los hatos se caracterizan por tener un sistema de producción de lechería especializada, bajo pastoreo intensivo rotacional por franjas con pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y un suplemento de concentrado comercial en ambos ordeños.

La concentración de MUN a los 30 días después del parto fue de 15.4 mg/dL, a los 120 días subió a 17.3mg/dL y a los 300 días subió a 18.7mg/dL (Figura 9). El incremento de las concentraciones de MUN al transcurrir la lactancia también fue observada por Carlsson et al. (1995), Godden et al. (2001), Arunvipas et al. (2003), Johnson y Young (2003), Jilek et al. (2006) y Rajala-Schultz y Saville (2003).

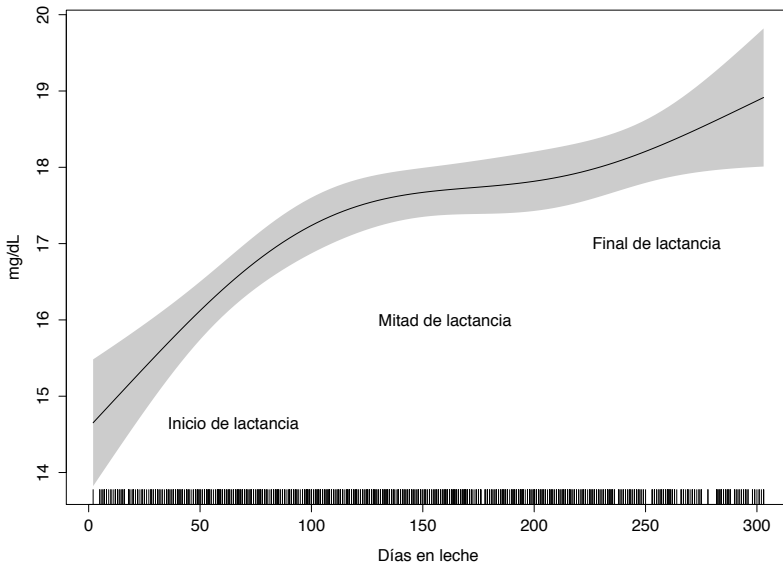


Figura 9: Concentraciones de nitrógeno ureico en leche (MUN) en vacas Holstein de Antioquia a lo largo de la lactancia.

En la Figura 10 se representan los promedios por finca de la relación del cantidad de MUN y el porcentaje de proteína de la leche en vacas entre 45 y 150 días de lactancia. La mayoría de las fincas presentaron concentraciones de MUN entre 14 y 18 mg/dL y proteínas de 2.8 a 3.02%, lo que indica que están ofreciendo a sus animales unas dietas acordes a las necesidades de vacas Holstein de alta producción.

Tres fincas (*d*, *f* y *q*) presentaron concentraciones normales de MUN, pero proteínas levemente inferiores a 2.8%, por lo que se recomienda aumentar los niveles de energía de la ración.

Las fincas *t*, *l* y *o* presentaron concentraciones superiores a 18 mg/dL con proteínas cercanas a 3.0%, y la finca *p* presentó un MUN superior a 18 mg/dL con proteína inferior a 2.8%. En estos casos se recomienda aumentar los carbohidratos solubles en la ración.

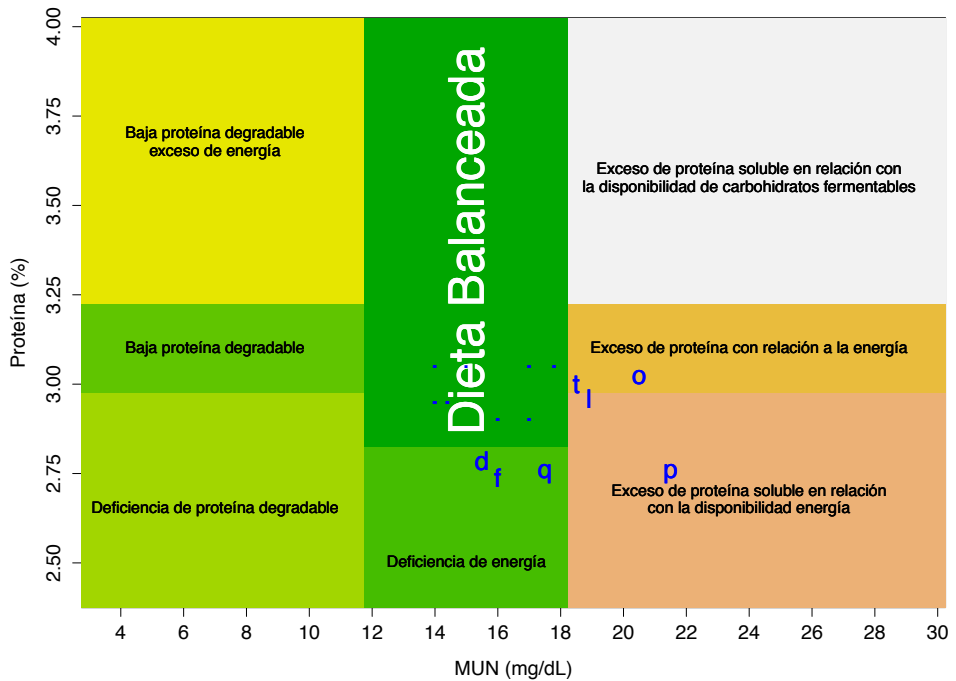


Figura 10: Relación de la cantidad de MUN y el porcentaje de proteína de la leche de vacas entre 45 y 150 días de lactancia en 16 fincas lecheras de Antioquia (las fincas con una dieta adecuada están representadas con puntos y las fincas con problemas de alimentación están representadas con letras).

MUN y días abiertos

Para evaluar la relación de las concentraciones de MUN al tercer mes de lactancia y los días abiertos, las vacas fueron agrupadas en vacas con bajo MUN (menor que 12 mg/dL), vacas con MUN normal (entre 12mg/dL y 18 mg/dL) y vacas con alto MUN (mayor que 18 mg/dL).

Los promedios de días abiertos de los grupos con MUN bajo, normal y alto fueron 91, 107 y 123 días, respectivamente, como se indica en la Figura 11.

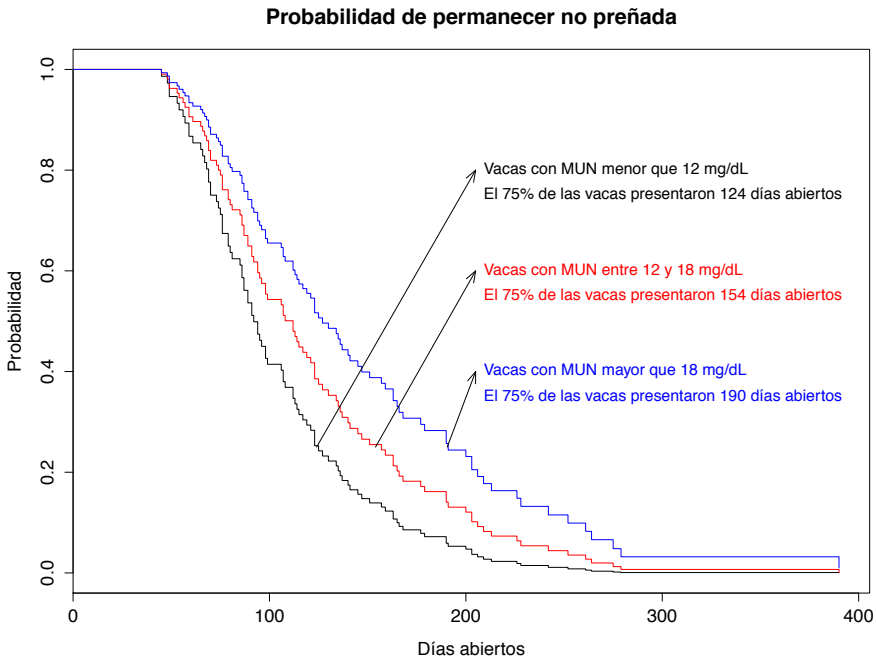


Figura 11: Relación entre las concentraciones de nitrógeno ureico en leche al tercer mes de lactancia y los días abiertos de vacas Holstein de Antioquia.

Como se indicó anteriormente, los valores altos de MUN se han relacionado con reducciones en la eficiencia reproductiva y con bajas tasas de preñez.

Consideraciones finales

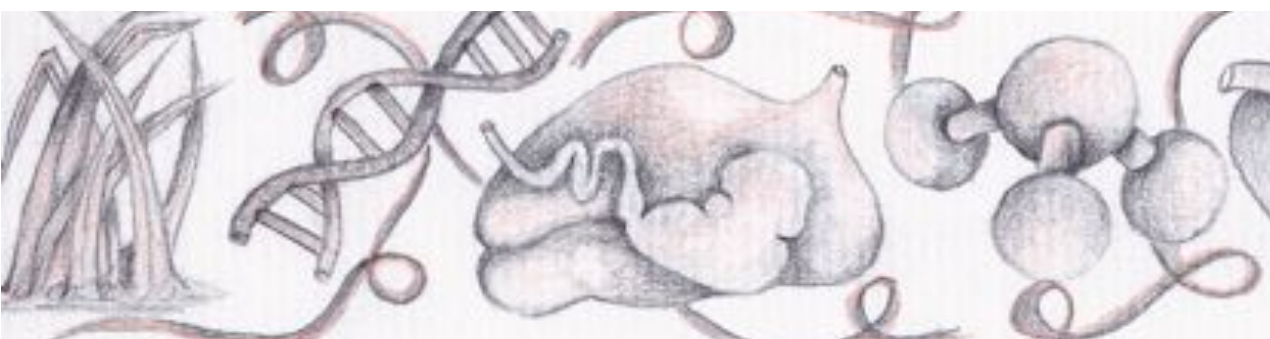
El MUN es uno de los indicadores del estatus nutricional proteico del ganado lechero y sirve como herramienta de diagnóstico práctico para ganaderos y técnicos, ya que permite evaluar la cantidad de proteína y su relación con la energía ofrecida en la dieta. Un adecuado balance de estos aspectos le permite al animal un óptimo desempeño productivo y reproductivo, así como los demás requerimientos para el balance nutricional.

El MUN es un parámetro importante que debe ser evaluado y su desconocimiento puede ocultar fallas de manejo en los hatos lecheros, las cuales repercuten directamente en la producción de leche.

Considerar el valor del MUN como único parámetro no permite valorar el aporte energético en la ración, por eso es importante tener en cuenta otros aspectos, como los días en leche de la vaca, el nivel de producción individual, la condición corporal, el número de partos y los porcentajes de grasa y de proteína en leche. Con estos datos se tiene la posibilidad de evaluar la dieta ofrecida (proteína bruta y energía), reestructurar planes de fertilización y manejo de praderas, y hacer seguimiento a los problemas reproductivos de carácter no infeccioso o de manejo.

El examen de la determinación del Nitrógeno Ureico en Leche (MUN) es una herramienta efectiva y práctica para los productores y técnicos a la hora de tomar decisiones de tipo nutricional en el ganado de leche, ya que el resultado obtenido tiene una relación con el exceso o déficit de proteína y carbohidratos solubles en la dieta de los animales.

Este manual está dirigido a técnicos, administradores y productores de empresas lecheras, como una aproximación a la interpretación de resultados de muestras de leche para apoyar la toma de decisiones.



ISBN 978-958-8848-89-1



9 789588 848891